Cristina Pinto Díaz
Claudia De Barros Camargo
Antonio Hernández Fernández
Vanessa P. Moreno Rodríguez
(coords.)

Aplicaciones de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación

Un enfoque innovador y transformador



Horizontes Universidad

Octaedro

Aplicaciones de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación

Un enfoque innovador y transformador

Cristina Pinto Díaz
Claudia De Barros Camargo
Antonio Hernández Fernández
Vanessa P. Moreno Rodríguez
(coords.)

Aplicaciones de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación

Un enfoque innovador y transformador

Octaedro

Colección Horizontes Universidad
Título: *Aplicaciones de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación. Un enfoque innovador y transformador*

Primera edición: noviembre de 2025

© Cristina Pinto Díaz, Claudia De Barros Camargo, Antonio Hernández Fernández, Vanessa P. Moreno Rodríguez (coords.)

© De esta edición:
Ediciones OCTAEDRO, S.L.
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona
Tel.: 93 246 40 02
octaedro@octaedro.com
www.octaedro.com

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/

ISBN: 978-84-1079-466-5

Maquetación: Fotocomposición gama, sl
Diseño y producción: Octaedro Editorial

Publicación en acceso abierto - *Open access*

Sumario

Prólogo 13
M.ª Jesús García San Martín

1. Introducción a la inteligencia artificial adaptativa y generativa en la educación 15
Álvaro Gurrea Suárez

2. Fundamentos de la inteligencia artificial y el aprendizaje autónomo 27
Marta Bonet Garrosa; Bernat Llopis Carrasco

3. Sistemas de tutoría inteligente y aprendizaje personalizado 39
María Arias Corona

4. Evaluación adaptativa y retroalimentación inteligente. Una revision sistemática 49
José María Romero Monteserín; Álvaro Gurrea Suárez

5. Chatbots y asistentes virtuales en el aula 57
Pilar Ibáñez-Cubillas; Mercedes Cuevas López

6. Gamificación adaptativa y diseño de juegos educativos con inteligencia artificial 69
Carmen Oliveros Cabrera

7. Aplicaciones de la IA en la educación especial y la neurodiversidad 81
Irene García Sánchez; Daniel Álvarez Ferrándiz; Juan Carlos Armenteros Mayoral; Liliana Muñoz Moreno

8. Ética y sesgos en la inteligencia artificial educativa . . . 93
María Bueno Guerrero

9. Aplicaciones de la IA en la educación a distancia y el *e-learning* 105
Rocío Martín Guitart

10. Desafíos y oportunidades de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación 115
Virgilio García Aparicio

11. La inteligencia artificial como puente entre las barreras lingüíticas en la formación de prácticas inclusivas 127
José Carlos Chía Barraza; Elisa Martínez-García; Ada Freitas-Cortina

12. La neurotecnología educativa con inteligencia artificial generativa 137
Silvia Pradas Montilla; Gemma Ruiz Varela; Iñaki Quintana García-Milla

13. La IA y su relación con el bienestar educativo 147
Gemma Ruiz Varela; Iñaki Quintana García-Milla; Silvia Pradas Montilla

14. Redes docentes y desarrollo profesional mediante teoría de redes en educación 159
Rubén Juárez Cádiz

15. La web3 en la educación: transformando la pedagogía y el aprendizaje en el aula 173
Fernando Rodríguez Sela

16. Inteligencia artificial generativa aplicada al diseño de rúbricas de evaluación en educación superior: una experiencia piloto en la formación inicial del profesorado 185
Fernando Martínez López; Carlos Díaz Rodríguez; David Díaz Pérez; José María Romero Monteserín

17. Aprendizaje de los *prompts* en IA aplicado al caso especial de aprendizaje de una lengua extranjera 197
Slava López Rodríguez; Verónica P. Recchioni

18. Aprendizaje automático y analíticas de aprendizaje (lectura y escritura) en educación infantil 209
Antonio Hernández Fernández; Claudia De Barros Camargo

Sobre la coordinación 217

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Alfonso X el Sabio (UAX) y a la Fundación Universidad Alfonso X el Sabio (FUAX) por su generoso patrocinio y apoyo a la publicación de esta obra. Su compromiso con la promoción del conocimiento, la investigación y la difusión cultural ha sido fundamental para hacer posible este proyecto.

Extendemos igualmente nuestro reconocimiento a D. Jesús Núñez Velázquez, presidente de la UAX, y a D. José Antonio Blanco Serrano, director de la FUAX, cuyo respaldo institucional, visión y apoyo han contribuido de manera decisiva a impulsar esta iniciativa y a hacerla realidad.

Asimismo, deseamos agradecer profundamente a los autores de este libro, cuyo rigor, dedicación y entusiasmo han hecho posible su desarrollo. Su trabajo conjunto ha dado lugar a una obra que aspira a contribuir de manera significativa al ámbito académico y educativo.

Prólogo

M.ª Jesús García San Martín
Directora del Departamento de Postgrado y Especialización del CSIC

Ya hace un tiempo que nos encontramos en una verdadera revolución digital en todos los ámbitos de la vida, y la educación no es una excepción. La llegada de la inteligencia artificial generativa y adaptativa abre un abanico de posibilidades que pueden contribuir a transformar la manera de enseñar y aprender, siempre que contemos con una comunidad educativa dispuesta a adoptarla para ese fin. Una vez más no se trata de manejar herramientas más o menos inteligentes, sino de tener las competencias profesionales necesarias para adoptar el cambio de paradigma que permita que ese enfoque educativo innovador y transformador que este libro ofrece permee en los centros educativos.

El libro que estás a punto de leer se adentra en dicho cambio de paradigma, explorando no solo las aplicaciones más evidentes de la IA en los centros educativos, sino también cómo puede apoyar a los docentes a la hora de implementar ecosistemas de aprendizaje personalizado que proporcionen a cada alumno lo que necesita según sus preferencias de aprendizaje, que pongan a la evaluación para la mejora en el centro de una formación para aprender a lo largo de la vida, que contribuyan a contar con sistemas educativos incluyentes, no dejando a nadie atrás, y apoyando a todas las personas: desde los más capaces hasta aquellos con necesidades específicas de apoyo educativo.

Imaginemos un entorno educativo en el que cada persona viva una experiencia de aprendizaje única porque estará adaptada a sus preferencias, a sus intereses, a sus ritmos, a sus necesida-

des. Esta situación idílica, cuya base es el aprovechamiento en positivo del potencial de la personalización, puede ahora dejar de ser la utopía que muchos docentes hemos soñado en las últimas décadas, gracias a los avances en la IA generativa y adaptativa, si somos capaces de utilizar la IA para el bien, con ética y responsabilidad. Así pues, este uso responsable y ético de la IA puede contribuir a mermar el abandono escolar, a mejorar el rendimiento y los resultados académicos y a un desarrollo integral de los estudiantes, que vivirán una experiencia motivadora y de bienestar en nuestros centros educativos.

En cualquier caso, integrar la IA en el ámbito educativo no es tarea baladí, igual que no lo fue integrar transversal e invisiblemente las competencias digitales en educación, ya que no se trata, ni mucho menos, de poner, exclusivamente, chatbots y tutores digitales a disposición del alumnado, como no lo fue en su día llenar las aulas de pizarras digitales y ordenadores; hecho ya bien probado como grave error si no va de la mano de un buen plan de capacitación docente.

Al igual que hace ya más de una década hablábamos de integrar tecnologías educativas en los centros, ahora lo hacemos con la IA. El potencial en ambos casos es enorme y plantea grandes oportunidades que no podemos desperdiciar, porque nuestros alumnos no merecen que lo hagamos, pero también plantea desafíos importantes que abordar: privacidad de los datos, equidad en el acceso a las tecnologías y acortar, que no ensanchar, la brecha digital, entre otros.

Es tarea de todas las personas que nos dedicamos a la educación exprimir el enorme potencial de esta IA que lleva entre nosotros desde los 60, pero que ahora se ha extendido exponencialmente por todos los sectores de la sociedad para mejorar la eficacia y la calidad del aprendizaje y de la enseñanza, mitigando los riesgos que también presenta.

La lectura de este libro te permite reflexionar sobre todo ello, por lo que procede felicitar a sus autores por este esfuerzo conjunto que han hecho, al abordar la aplicación de la IA en educación desde diferentes prismas, que seguro favorecerá la puesta en marcha de planes de mejora y evaluación constante, apoyados en IA, en los centros educativos.

1

Introducción a la inteligencia artificial adaptativa y generativa en la educación

Álvaro Gurrea Suárez
Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España

Introducción

Definir al protagonista, ya sea de un artículo, ensayo, novela u obra de cualquier tipo, es no solo imprescindible, sino necesario; así que, dejándonos llevar por la matemática eficacia que promulga, plantearemos esta definición como punto de partida. La inteligencia artificial (IA, en adelante) es:

> la capacidad de las máquinas para lidiar y adaptarse a situaciones emergentes, resolver problemas, responder preguntas, diseñar planes y realizar varias otras funciones que requieren cierto nivel de inteligencia inherente a los seres humanos. (Rouhiainen, 2018)

Sin duda, y no por primera vez en estas últimas décadas, nuestra sociedad se encuentra ante un momento decisivo en el que un motor de cambio surge como un coloso ante nosotros, avanzando desmadejado y removiendo todo a su paso. La inteligencia artificial no puede considerarse, independientemente del marco, como un reemplazo de la experiencia social, sino como «una forma de mejorar y escalar el impacto del juicio humano» (Molina et al., 2024).

Si queremos aportar una mirada global y esclarecedora del actual papel de la inteligencia artificial en la educación, no podemos desligar dicho papel de sus orígenes, ya sea entendiéndolos como la creación en 1952 de un *software* capaz de aprender a ju-

gar al ajedrez de forma autónoma por Arthur Samuel, la participación de Seymour Papert en el grupo de IA del M.I.T. en los sesenta, o, por qué no, la creación de la palabra «robot» para una obra de teatro Checa en 1920 (Artopoulos, 2023). Todo son esfuerzos creativos significativos que buscan la mejora y el entendimiento del medio que nos rodea.

La influencia de las inteligencias artificiales en la educación implica, como bien reseñan Fajardo et al. (2023), un cambio en las metodologías de enseñanza. Las nuevas necesidades son tan amplias, cambiantes y diferentes que las inteligencias artificiales adaptativas y generativas se están usando de forma contundente para generar contenido que cumplimente el amplio espectro de posibilidades y necesidades generadas (Magallanes et al., 2023).

Es este contenido el que proporciona a las nuevas herramientas, tras su introducción en el campo de las ciencias de la educación, una serie de características y veleidades que no siempre van a generar soluciones, como veremos, sino que también van a plantear encrucijadas que aún están por resolver (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023).

A lo largo de este capítulo introductorio intentaremos presentar y condensar algunos de los elementos más importantes de la relación de características que acabamos de definir. Dedicaremos cierto tiempo al papel que estas nuevas herramientas tienen en cuanto a la personalización de la educación y la creación de elementos concretos para ello (Magallanes et al., 2023). Este concepto nos lleva de manera indefectible a otros elementos de importancia y clara relación con el tema que nos ocupa, como la creación de nuevos modelos de aprendizaje (Hernández-León y Rodríguez-Conde, 2024) o la tutoría inteligente personalizada, para la que aprovechará uno de sus modelos de aprendizaje concreto (Arana, 2021).

Es curioso cómo la inteligencia artificial se ha expandido por el aula, ya que no solo se ha permitido el «lujo» de transformar la metodología docente y la experiencia personal del alumnado, sino que va a extender sus largos tentáculos algorítmicos hasta conceptos tan reseñables y prioritarios como la transversalidad (Hernández-León y Rodríguez-Conde, 2024), la eficacia administrativa (Troncoso et al., 2023) y la formación del profesorado (Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban, 2022), elementos que no

atañen tanto al aula como a una visión sistémica y general que busca acercarse a la excelencia.

No todo pueden ser luces; se forman nuevos vacíos que atañen a problemas como la equidad, el sesgo, la privacidad o la transparencia (García Sánchez, 2023), a la par que se plantean retos de tipo formativo, administrativo o ético (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023). La sociedad moderna afronta con valentía los retos y problemas, aunque debemos analizar si lo hace con suficiente premura.

En definitiva, un nuevo mundo educativo cuyo territorio crece de manera inversamente proporcional a su edad y unas herramientas que evolucionan a un ritmo vertiginoso cambiando nuestra manera de entender la educación y el mundo que nos rodea.

1. Marco teórico

Si bien todos los elementos que tratar conforman la realidad unívoca e identificable que hemos reseñado someramente en el primer apartado, consideramos necesaria una pequeña partición de la misma para definir un marco teórico claro y bien estructurado para todos estos nuevos elementos. Por esa razón, analizaremos primeramente los elementos intrínsecos pertinentes para la inteligencia artificial y después la amplia gama de herramientas y retos anteriormente descritos e interrelacionados con la educación de manera directa.

1.1. Las IA, sus interfaces de aprendizaje y la educación

Tomemos como punto de partida formal tres tecnologías que la inteligencia artificial tiene por fuertes cimientos y que la interrelacionan directamente con la educación: el aprendizaje automático, el análisis de aprendizaje y la minería de datos (Troncoso et al., 2023).

El corazón del aprendizaje automático reside en la extracción de conocimiento, un proceso que implica analizar un conjunto de datos de muestra para obtener patrones y entendimientos útiles (Díaz-Ramírez, 2021). Es decir, este tipo de aprendizaje permite a la IA generar recomendaciones basadas en resultados, pre-

ferencias y demás información extraída de la búsqueda de dichas similitudes. Ayuda a los profesores a entender cómo cada estudiante asimila los mismos conceptos, lo que les permite ajustar los parámetros de su metodología.

El análisis del aprendizaje se enfoca en los datos relacionados con las características de los estudiantes y los objetos de conocimiento en los modelos educativos y campos del saber. Su objetivo es personalizar los métodos educativos según las necesidades y capacidades individuales de cada alumno, permitiendo intervenciones tempranas para aquellos en riesgo o proporcionando retroalimentación y contenido pedagógico adaptado. Para ello, se emplean técnicas como el aprendizaje automático, la visualización de datos, las ciencias del aprendizaje y la semántica (Contreras et al., 2020). Una de las aplicaciones prácticas más reseñables y con margen de crecimiento claro respecto del análisis del aprendizaje para la educación es el análisis competencial y la generación de datos críticos con capacidad predictiva (Troncoso et al., 2023).

La minería de datos educativos busca, por otro lado, proporcionar respuestas automatizadas y estructuradas (Aluja Banet, 2001) a los estudiantes con el objetivo de desarrollar reglas de asociación implícitas y ofrecer recursos de conocimiento adaptados a las necesidades individuales de cada alumno (Ballesteros et al., 2013). La minería de datos nos permite descubrir datos e información, oculta *a priori*, que al docente le permiten hacer ajustes y convertir su labor en un elemento mucho más adaptado, preciso y confiable.

Estas tres piezas clave, que parten de conceptos puramente matemáticos y computacionales, han resultado ser los elementos que más han ayudado a la buena y rápida adaptación de la inteligencia artificial al ámbito de la educación gracias a su flexibilidad y adaptación a nuevos ambientes, para los que están consiguiendo resultados reseñables (Jara y Ochoa, 2020).

1.2. Las IA en el mundo educativo. Un motivador comienzo, pero un largo camino

Pasemos ahora a desglosar la interesante lista de implementaciones que se han ido desarrollando alrededor de las IA en unos estrechos y cercanos márgenes temporales.

Uno de los primeros elementos que, según hemos relatado, podemos esperar es el papel preponderante de estas nuevas herramientas para proporcionar una tutorización personalizada al alumno (Ibarra et al., 2023). La tutoría virtual y los asistentes inteligentes pueden proporcionar a través (como ya hemos visto) de sus interfaces de aprendizaje un apoyo personalizado y adaptado, que no solo aconseja, sino que previene errores, adelanta preguntas y pondera capacidades sin un gran margen de error (Ruiz y Martínez, 2024). Estas herramientas y las capacidades que atesoran pueden contribuir a mantener la motivación de los estudiantes al ofrecerles retroalimentación continua y adaptada a sus necesidades individuales (Leung et al., 2021).

No solo pueden tutorizar y prever, sino que pueden crear contenido y actividades de aprendizaje particularmente dirigidas a las necesidades de cada alumno, fomentando un aprendizaje adaptativo que garantiza el crecimiento individual de cada estudiante (López et al., 2023).

Avanzando en el desarrollo lógico deductivo de las capacidades efectivas de las IA, nos encontramos con que, una vez implantadas en la metodología educativa y la tutorización, parece innegable su papel cada vez más preponderante en el desarrollo competencial. No solo para el alumno, a quien facilita y para quien crea contenido, sino que, en esta ocasión, ejerce un doble papel al favorecer y obligar al docente a acrecentar su competencialidad en estas tecnologías de manera deontológica y a articular su uso (Cortés et al., 2024).

El docente, como estamos constatando, tiene una herramienta potente a su disposición al igual que el alumnado, pero no debemos olvidar que el ámbito educativo conlleva una serie de labores pertinentes por definición y de manera exclusiva de la docencia, como el control o la administración. Era de esperar que el desarrollo de las IA alcanzara a estas labores, que están resultando muy beneficiadas. Tanto el control de plagio y fraude (Ibarra et al., 2023) como el apoyo en las labores administrativas (Montiel y López, 2023) han recibido el influjo de esta ola tecnológica, facilitando, en un sentido, la detección no solo del fraude, sino del tipo y las fuentes del mismo y, en el otro, la incipiente solución a uno de los problemas más acuciantes del profesorado en el siglo XXI (UGT, 2022), la labor administrativa y burocrática que acompaña a los deberes del profesorado.

Esta gran cantidad de direcciones y utilidades genera todo un nuevo espacio educativo que se expande, casi geométricamente a cada paso, creando una nueva realidad. Este nuevo ámbito, al igual que cualquier otro creado «ex Novo», no solo contempla y ofrece ventajas y posibilidades, sino que ellas mismas generan problemas (nuevos y antiguos) y retos para superar (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023).

La manera más sensata de plantar cara a este nuevo horizonte de sucesos es de lo general a lo particular, por lo que planteamos analizar el asunto, primero desde la óptica ética y después desde la social, analizando los retos más importantes a corto plazo.

Desde el punto de vista ético, estas innovaciones plantean silogismos deontológicos a cada paso del camino; son retos éticos de esta categoría el proceso de creación de la arquitectura y el funcionamiento de las IA y de los programas o aplicaciones docentes por crear (de ellos depende su implementación, protagonistas y desarrollo posterior en el plano social), la dirección de los recursos (¿es la temprana democratización de la IA el camino correcto?) y conceptos que no solo son éticos, sino que viven en la frontera entre lo ético y lo legal (UNESCO, 2022) como la protección de datos o los derechos de autoría (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023). Esta simetría entre desafíos y ordenamiento jurídico supranacional ha llevado a un desarrollo efusivo y paralelo de medidas o proyectos reglados de carácter nacional e internacional que, de nuevo otorgando la importancia que se presupone, buscan generar un «corpus» legislativo incipiente y estable que acote por primera vez el uso de las inteligencias artificiales. Es la UNESCO la que toma las riendas y diseña el primer reglamento al respecto conformando el uso y creación de las IA como la clave de bóveda que diseñar para un futuro seguro y justo.

No solo de ética y leyes vive nuestra sociedad, y el resto de los retos que se plantean albergan orígenes distantes o interrelaciones con la ética y la moral, pero también con lo social, administrativo y pedagógico (García Sánchez, 2023).

La confiabilidad y precisión, es decir, ser garante de la precisión y veracidad de la información suministrada. La equidad y sesgo, es decir, tomar las medidas necesarias para que la IA no perpetúe un sesgo preexistente y que tome las medidas necesarias para erradicar dicho problema a través de su arquitectura. La garantía de resultados y responsabilidad por los mismos, el pa-

pel de los humanos en el control y desarrollo de la IA, así como plantear la universalidad y la implementación de la utilización de la IA para garantizar los derechos humanos y la libertad (Gaudreau y Lemieux, 2020) son algunos de los retos más evidentes y repetidos por los expertos y los países que desarrollan y trabajan con inteligencia artificial.

Retos, utilidades y diseño conforman una estructura bien asentada y cimentada que sirve como acicate para una ya de por sí explosiva abundancia y que debemos tener en cuenta en todo momento.

2. Discusión y conclusión

Tras todo lo dicho, no cabe mucha controversia a cerca del crecimiento exponencial de la aplicación educativa de las IA. Resulta amplísima la proyección creativa en un futuro inmediato y su filtración en nuestra sociedad y vida común. No debemos olvidar que antes de la llegada de la tecnología digital y otras tecnologías afines, tanto los profesores como los estudiantes se enfocaban en la enseñanza y el aprendizaje de manera manual, confiando únicamente en el esfuerzo humano natural (Buckingham, 2008).

Sin embargo, eso no significa que, tras una breve pero sesuda secuenciación del estado de la cuestión, lleguemos a dar con elementos discordantes, problemas o errores que pueden subsanarse, corregirse u obviar, dependiendo de su importancia, peso o rigor. Por un lado, tenemos la falta homogénea de infiltración en la sociedad y la vida diaria; menos del 4 % de la población se siente capaz de explicar qué es una IA y sus aplicaciones (Gaudreau y Lemieux, 2020), lo que demuestra la casi ausencia de aceptación global y una importante carencia de conocimientos al respecto. Debe acrecentarse el nivel competencial en lo que respecta al ámbito general, pero también en la docencia y, más concretamente, en los docentes, alumnos y familias. Esto no significa que no hayamos dado pasos de gigante experimentado y aplicando en trabajos de campo la versatilidad y eficacia de las herramientas basadas en componentes tecnológicos y computación algorítmica o arquitecturas de lenguaje ligadas a la IA (Torres et al., 2024).

Podemos tomar los ejemplos de las plataformas adaptativas para la enseñanza Liulishou en el norte de China, la aplicación

M-Shule en Kenia o Lewolang, una plataforma virtual de inglés que ha logrado desarrollar un avanzado sistema de reconocimiento de voz utilizando algoritmos de inteligencia artificial, que imita de manera muy cercana la voz humana. Este sistema se presentó como un recurso valioso para integrar en plataformas virtuales, permitiendo a los estudiantes corregir y mejorar su aprendizaje de manera personalizada. No todos los experimentos fueron exitosos y algunos de los más radicales en el uso de la inteligencia artificial para el control de aulas y la implementación del concepto de escuela inteligente, que se desarrollaron en China y Silicon Valley, no llegaron a buen puerto. Un ejemplo destacado de este enfoque fue AltSchool, que terminó siendo un intento fallido de aplicar IA para la vigilancia y la personalización extrema del aprendizaje (Artopuolos, 2023).

Tal y como queda patente, esta exploración se plasma en numerosos avances y errores que implementan nuevas herramientas, lo que desencadena problemas como la escasez competencial (Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban, 2022) y lagunas éticas y legales (UNESCO, 2022) según avanza su filtrado social y demográfico.

Por todo ello debemos concluir que las IA son herramientas útiles, cuya aplicación al campo educativo es necesaria y enriquecedora. La implementación de prácticas adecuadas basadas en técnicas impulsadas por IA mejora el rendimiento en la enseñanza y el aprendizaje dentro de la educación (Hua-Hu, 2023).

Esta afirmación da paso a las necesidades que esa implementación está generando, como la formación competencial de los elementos clave del contrato social educativo, y en especial del alumno y el docente (Ayuso-del Puerto y Gutiérrez-Esteban, 2022). Otro débito por amortizar es la creación de mecanismos de afinado y control en la construcción y aplicación de las diferentes herramientas, independientemente de su ámbito o funcionalidad (Gaudreau y Lemieux, 2020), que den a la estructura no solo una estabilidad moral, sino que abran la puerta a los ordenamientos jurídicos para asimilar y crear verdaderos corpus legales vinculantes y a la inclusión reglada en la red administrativa y, por ende, en la educación pública no como apoyo, sino como realidad cuyo garante de uso sea el ordenamiento jurídico propio e internacional.

¿Es eso todo?, ¿tan fácil es dar brillo al futuro? Ni que decir tiene que nada más lejos de la realidad. Las dudas y los proble-

mas se multiplican de manera directamente proporcional a las ideas e implementaciones prácticas que van surgiendo e, incluso, al ritmo que desaparecen también. Quizás estamos desarrollando algo que parece bien encaminado sin plantearnos si lo está. Parafraseando a Hao (2019), ChatGPT o Squirrell son IA generativas que, desde el punto de vista didáctico, están centradas en el aprendizaje adaptativo, cuyo objetivo es comprender exactamente lo que los estudiantes saben y lo que no. Sin embargo, no tienen en cuenta lo que los estudiantes desean aprender ni sus preferencias sobre cómo adquirir esos conocimientos de manera efectiva. La responsabilidad es tan voluminosa como afortunado el momento.

3. Bibliografía

Aluja Banet, T. (2001). La minería de datos, entre la estadística y la Inteligencia Artificial. *Qüestiió*, *25*(3).

Arana, C. (2021). Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas. *Revista de Inteligencia Artificial Aplicada*, *1*(7), 1-20.

Artopoulos, A. (2023). Imaginarios de IA generativa en educación. Chatbots que enseñan, bicicletas eléctricas y el quinto Beatle. *Revista Hipertextos*, *11*(19), e070. https://doi.org/10.24215/23143924e070

Ayuso-del Puerto, D. y Gutiérrez-Esteban, P. (2022). La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *25*(2), 347-362. https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332

Ballesteros, A., Sánchez, D. y García, R. (2013). Minería de datos educativa: Una herramienta para la investigación de patrones de aprendizaje sobre un contexto educativo. *Latin-American Journal of Physics Education*, *7*(4), 662-668. http://www.lajpe.org/dec13/22-LAJPE_814_bis_Alejandro_Ballesteros.pdf

Buckingham, D. (2008). *Más allá de la tecnología: Aprendizaje infantil en la era de la cultura digital*. Editorial Manantial.

Contreras, L., Fuentes, H. y Rodríguez, J. (2020). Predicción del rendimiento académico como indicador de éxito/fracaso de los estudiantes de ingeniería, mediante aprendizaje automático. *Formación Universitaria*, *13*(5), 233-246. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000500233

Cortés Gómez, S., García-Pernía, M. R., Chiwerto Callejo, L. y Echeandía, R. (2024). Development of AI Competencies for future teachers: A practical experience creating interactive narratives. *Digital Education Review*, (45), 158-167. https://doi.org/10.1344/der.2025.46.158-167

Díaz-Ramírez, J. (2021). Aprendizaje Automático y Aprendizaje Profundo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, *29*(2), 180-181. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000200180

Fajardo Aguilar, G. M., Ayala Gavilanes, D. C., Arroba Freire, E. M. y López Quincha, M. (2023). Inteligencia Artificial y la Educación Universitaria: Una revisión sistemática. *Magazine de las Ciencias*, *8*(1), 109-131. https://revistas.utb.edu.ec/index.php/magazine/article/view/2935/2589

Flores-Vivar, J. M. y García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar*, *31*(74), 37-47. https://doi.org/10.3916/C74-2023-03

García Sánchez, O. V. (2023). Uso y percepción de ChatGPT en la educación superior. *RITI Journal*, *11*(23), 98-106. https://doi.org/10.36825/RITI.11.23.009

Gaudreau, H. y Lemieux, M.-M. (2020). *L'intelligence artificielle en éducation: un aperçu des possibilités et des enjeux*. Conseil supérieur de l'éducation. Gouvernement du Québec. https://www.cse.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/2020/11/50-2113-ER-intelligence-artificielle-en-education.pdf

Hao, K. (10 octubre de 2019). El masivo experimento chino que podría revolucionar la educación mundial. *MIT Technology Review*. https://www.technologyreview.es/article/el-masivo-experimento-chino-que-podria-revolucionar-la-educacion-mundial

Hernández-León, N. y Rodríguez-Conde, M. J. (2024). Inteligencia artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la Universidad: introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento y otras tendencias futuras. *RED. Revista de Educación a Distancia*, *24*(78). https://doi.org/10.6018/red.594651

Hua-Hu, K. (2023). An exploration of the key determinants for the application of AI-enabled higher education based on a hybrid soft-computing technique and a DEMATEL approach. *Expert Systems with Applications*, *212*, 118762. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118762

Ibarra Martínez, R. L., Caro Morales, J. L. y Pérez González, M. N. (2023). Inteligencia Artificial en la educación. *Revista Digital de Tec-*

nologías Informáticas y Sistemas, *7*(1), 100-106. https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.136.100-106

Jara, I. y Ochoa, J. (2020). *Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación*. BID. http://dx.doi.org/10.18235/0002380

Leung, R., Tran, U. y Nye, B. D. (2021). Chatbots in higher education: A review of recent research. *Journal of Computing in Higher Education*, *33*(1), 53-76.

López, H. L., Rivera, A. y Rossell, C. (2023). Personalización del aprendizaje con Inteligencia Artificial en la educación superior. *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, *7*(1), 123-128. https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.165.123-128

Magallanes Ronquillo, K. K., Plúas Pérez, L. del R., Aguas Veloz, J. F. y Freire Solís, R. L. (2023). La Inteligencia Artificial aplicada en la innovación educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *4*(2), 1597-1613. https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.706

Molina, E., Cobo, C., Pineda, J. y Rovner, H. (2024). *La revolución de la IA en Educación: Lo que hay que saber. Innovaciones Digitales de Educación*. Banco Mundial.

Montiel, F. J. y López, M. (2023). Inteligencia Artificial como recurso docente en un colegio rural agrupado. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, *15*, 28-40. https://doi.org/10.6018/riite.592031

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial*. Editorial Alienta.

Ruiz, J. P. y Martínez, A. (2024). Transformación educativa: Explorando el papel de la Inteligencia Artificial en la mejora de la calidad y la tutoría virtual. *Edetania. Estudios y Propuestas Socioeducativos*, *65*. https://doi.org/10.46583/edetania_2024.65.1137

Torres, L. R., Sánchez, P., Pizarro, V. J. y Rubio Marín, A. F. (2024). Aplicaciones de Inteligencia Artificial (IA) en la educación. *RECIMUC*, *8*(1), 178-188. https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(1).ene.2024.178-188

Troncoso, M. O., Dueñas, Y. K. y Verdecia, E. (2023). Inteligencia Artificial y educación: Nuevas relaciones en un mundo interconectado. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, *11*(2), 312-328. https://revistas.uh.cu/revflacso/article/view/4815?articlesBySimilarityPage=24

UGT Servicios Públicos (2022). *Los docentes en España: Menos carga burocrática y más educación*. Boletín de Enseñanza Pública.

UNESCO (2022). *Recommendation on the ethics of artificial intelligence*.

2

Fundamentos de la inteligencia artificial y el aprendizaje autónomo

Marta Bonet Garrosa
Bernat Llopis Carrasco
Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España

Introducción

¿En qué se fundamenta lo que hoy denominamos inteligencia artificial entendiéndola como la «capacidad» de las máquinas para realizar tareas complejas que antes solo podían hacer los humanos? ¿Podemos hablar de inteligencia basándonos en la capacidad que tienen estos sistemas informáticos de procesar y analizar grandes volúmenes de datos, detectar tendencias, reconocer patrones, relacionar elementos y actuar? Nos hacemos estas preguntas para entender cómo podemos aprovechar desde la educación estas capacidades, qué tareas podemos delegar en ellas o cómo aliarnos con la «inteligencia artificial» para ofrecer una educación personalizada en nuestras aulas, entre otras aplicaciones posibles.

1. Marco teórico

1.1. Origen y evolución del concepto

El término «inteligencia artificial» (IA) fue acuñado a propósito del denominado «Proyecto de Verano de Dartmouth sobre Inteligencia Artificial» que tuvo lugar en el verano de 1956 en el Dartmouth College, ubicado en Hanover, New Hampshire (EE.

UU.). El objetivo de esta conferencia en Dartmouth fue explorar la posibilidad de desarrollar máquinas que simularan aspectos de la inteligencia humana, como el razonamiento, el aprendizaje y la resolución de problemas, reuniendo a especialistas en el campo de la computación o las redes neuronales, entre otros. El matemático y destacado científico computacional, John McCarthy, fue el organizador del encuentro y el primero en proponer el término «inteligencia artificial» (McCarthy et al., 1955).

Existe, sin embargo, una historia fascinante que se remonta a varias décadas atrás y sigue evolucionando e impactando cada vez más aspectos de nuestra vida diaria.

En la década de los 40, los primeros conceptos de IA surgieron con el trabajo de Warren McCullough y Walter Pitts, quienes en 1943 publicaron un artículo sobre redes neuronales artificiales (McCullough y Pitts, 1943). Este trabajo proporcionó un modelo de representación de la actividad neuronal aplicable a las redes neuronales artificiales.

En 1950, Alan Turing, un matemático británico, propuso la idea de una máquina que pudiera simular cualquier aspecto de la inteligencia humana. Turing publicó su famoso artículo *Computing Machinery and Intelligence* (Turing, 1950) en el que presenta la pregunta ¿pueden las máquinas pensar? Para responder a esta cuestión, plantea lo que se conoce como la máquina de Turing, que consiste en una prueba donde un juez humano interactúa a través de una interfaz con una máquina y con un ser humano. Si el juez no es capaz de saber si la respuesta que recibe a sus interacciones proviene de la máquina o del ser humano, argumenta que se puede decir que la máquina es «inteligente». Esta prueba, que se enfoca en el comportamiento observable y no en los procesos internos que se generan durante esa interacción, se convirtió en una medida central para evaluar la inteligencia de una máquina.

Durante los años 60 y 70 se desarrollaron los primeros programas de IA, como ELIZA, un programa que simulaba una conversación humana, y Shakey, el primer robot móvil controlado por IA.

A partir de los 80, la IA experimentó un auge con el desarrollo de sistemas expertos que podían tomar decisiones en áreas específicas como la medicina y la ingeniería. Especialmente significativo en el campo de la computación y la inteligencia artificial fue

una computadora desarrollada por IBM (Deep Blue) que se hizo famosa por ser la primera máquina en vencer a un campeón mundial de ajedrez en el año 1997; derrotó a Garry Kasparov en seis partidas. Deep Blue disponía de procesadores muy especializados que evaluaban millones de posiciones de ajedrez por segundo.

En los últimos años hemos sido testigos de un notable avance en la inteligencia artificial impulsado por dos factores clave: el aumento significativo en la capacidad de procesamiento de las computadoras y la creciente disponibilidad de grandes volúmenes de datos. Todo ello sumado al desarrollo del aprendizaje automático que permite a las máquinas aprender de los datos que procesan identificando patrones y tendencias que pueden utilizar para hacer recomendaciones o tomar decisiones informadas. En el contexto educativo, estos sistemas de aprendizaje automático pueden realizar tareas como analizar el rendimiento de los estudiantes y ofrecer sugerencias personalizadas para mejorar su aprendizaje. Así, la inteligencia artificial se convierte en una herramienta valiosa que no solo optimiza procesos, sino que también enriquece la experiencia educativa.

1.2. Algoritmos e inteligencia artificial

En la base del funcionamiento de cualquier sistema de inteligencia artificial hay siempre un algoritmo o secuencia estructurada de instrucciones, pasos o procesos que permiten resolver un problema concreto. Algoritmo que necesariamente tiene que disponer de una gran base de datos para entrenar el sistema inteligente en el que se integra. Cuantos más datos o ejemplos con los que trabajar tenga un algoritmo, mejor hará su labor (clasificar, recomendar, predecir, etc.).

En función de la tarea que se esté abordando, los algoritmos que sustentan las aplicaciones educativas varían. Enumeramos a continuación algunos de los más comunes: algoritmos de aprendizaje automático, de recomendación, de aprendizaje automático, de agrupamiento, de procesamiento de lenguaje natural (PNL) o de análisis predictivo, entre otros.

En definitiva, algoritmos, datos y sistemas inteligentes son variables de la misma ecuación. Los algoritmos de aprendizaje automático están en la base de la mayoría de las aplicaciones de la

inteligencia artificial que conocemos. Pero no solo basta con disponer de algoritmos y datos, es imprescindible que las máquinas aprendan de estos datos (aprendizaje automático/*Machine Learning*).

1.3. Aprendizaje automático o *Machine Learning*

El *Machine Learning* o aprendizaje automático es una subdisciplina de la inteligencia artificial en la que a partir de modelos y de algoritmos las computadoras mejoran su rendimiento en tareas específicas mediante el análisis de datos. En lugar de seguir instrucciones fijas, los modelos de aprendizaje automático analizan patrones e interpretan datos para mejorar su toma de decisiones, lo que genera cierto grado de autonomía en sus funciones (Inteligencia Artificial 360, 2023). En definitiva, en lugar de ser programadas explícitamente para realizar una tarea, las máquinas utilizan patrones e inferencias a partir de datos para mejorar su rendimiento en tareas específicas (Hao, 2018).

Este proceso incluye pasos que van desde la recopilación de datos hasta la implementación del modelo, todos ellos fundamentales para asegurar que el modelo sea efectivo y preciso.

a) Recolección de datos, que se limpian y se transforman para que sean adecuados para el análisis. La calidad y cantidad de estos datos son cruciales para el éxito del modelo.
b) La selección del modelo implica elegir el algoritmo de aprendizaje automático que mejor se adapta a las características del problema para resolver. Entre los algoritmos más comunes se encuentran la regresión lineal, que se utiliza para predecir valores continuos; los árboles de decisión, que ayudan a dividir datos en categorías mediante reglas de decisión, y las redes neuronales, que son útiles para identificar patrones complejos.
c) Entrenamiento del modelo utilizando un conjunto de datos. Durante este proceso, el modelo aprende a identificar patrones y relaciones entre los datos.
d) Evaluación del modelo y de su rendimiento revisando su desempeño mediante un conjunto de datos de prueba. Se trata de verificar que funciona de manera efectiva y precisa, evitando, por ejemplo, sesgos provenientes de los propios datos.

e) Implementación en un entorno real, una vez que el modelo ha sido entrenado y evaluado, para hacer predicciones o tomar decisiones basadas en nuevos datos.

Existen varios enfoques en el aprendizaje automático/*Machine Learning* según el tipo de datos y el objetivo de la tarea que se persiga (Muñoz et al., 2024):

- Aprendizaje supervisado: el modelo se entrena con un conjunto de datos que ya incluye las respuestas correctas o «etiquetas». Está en la base de tareas como la clasificación de correos electrónicos (*spam* o no *spam*) o el reconocimiento de imágenes. El sistema aprende a partir de ejemplos, relacionando cada entrada con una salida específica.
- Aprendizaje no supervisado donde el modelo se entrena con datos que no están previamente clasificados o etiquetados y debe encontrar por sí mismo los patrones y relaciones entre dichos datos. Está en la base de acciones como clasificar clientes en grupos según sus hábitos de compra, sus gustos musicales, etc.
- Aprendizaje por refuerzo que permite, por ejemplo, que los robots desarrollen habilidades complejas, como la navegación autónoma, la manipulación de objetos o la interacción en entornos variables, donde las acciones no pueden ser completamente programadas de antemano. El sistema experimenta con diferentes acciones y ajusta su comportamiento en función de la retroalimentación que recibe en tiempo real.

El *Machine Learning* tiene una amplia gama de aplicaciones:

- Reconocimiento de voz y lenguaje natural, utilizado en asistentes virtuales como Siri y Alexa.
- Visión por computadora, utilizado en sistemas de reconocimiento facial y vehículos autónomos, por ejemplo.
- Análisis predictivo, utilizado en finanzas para anticiparse a tendencias del mercado, en salud para predecir brotes de enfermedades o en educación para el aprendizaje adaptativo.
- Recomendaciones personalizadas, utilizado en plataformas como Netflix y Amazon para recomendar productos y contenido.

1.4. *Deep Learning*

Para los docentes, entender el *Deep Learning* es crucial, ya que esta tecnología está transformando múltiples campos. Al enseñar estos conceptos, es importante enfatizar tanto en las capacidades como las limitaciones del *Deep Learning* y fomentar un pensamiento crítico sobre su uso y aplicación en la educación y otras áreas.

Para comprender el *Deep Learning*, diremos que es un subconjunto del *Machine Learning* (aprendizaje automático) que se basa en el uso de redes neuronales artificiales profundas para procesar y analizar grandes cantidades de datos. Estas redes están inspiradas en la estructura y funcionamiento del cerebro humano.

Las redes neuronales son sistemas computacionales que consisten en capas de nodos (neuronas artificiales). Cada nodo está conectado a otros nodos en capas adyacentes formando una red.

En el *Deep Learning*, las redes neuronales tienen muchas capas (de ahí el término «profundo»). Estas capas permiten que la red aprenda características complejas y abstractas de los datos.

El proceso de entrenamiento implica alimentar a la red con grandes cantidades de datos etiquetados y ajustar los pesos de las conexiones entre nodos para minimizar el error en las predicciones. Este ajuste se realiza mediante algoritmos como el *backpropagation* (retropropagación).

El *Deep Learning* se utiliza en una variedad de aplicaciones, como el reconocimiento de voz, la visión por computadora o la traducción automática, entre otros. Por ejemplo, los sistemas de reconocimiento facial en los teléfonos móviles utilizan *Deep Learning* para identificar a los usuarios.

1.5. Diferentes campos de la IA

Son muchos los campos de la inteligencia artificial, pero nos vamos a ceñir a los que tienen una mayor aplicación en el ámbito educativo.

1.5.1. Procesamiento del lenguaje natural (PLN)

Este es un campo de la inteligencia artificial que se centra en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano. Su objetivo principal es permitir que las máquinas comprendan, in-

terpreten y generen el lenguaje humano de manera que sea útil y significativa.

El procesamiento del lenguaje natural (IBM, 2024) incluye los siguientes pasos:

a) Tokenización: dividir el texto en unidades más pequeñas, como palabras o frases.
b) Lematización y *stemming*: reducir las palabras a su forma base o raíz.
c) Etiquetado de partes del discurso: identificar la función gramatical de cada palabra (sustantivo, verbo, adjetivo, etc.).
d) Reconocimiento de entidades nombradas: detectar y clasificar nombres propios en el texto (personas, lugares, organizaciones).
e) Análisis de sentimientos: determinar la emoción o actitud expresada en el texto.
f) Desambiguación del sentido de las palabras: resolver ambigüedades para entender el significado correcto de una palabra en su contexto.
g) Generación de lenguaje natural: crear texto coherente y relevante a partir de datos estructurados.

El PLN tiene aplicaciones en la vida diaria que seguramente conoces, pero también en el ámbito educativo. Asistentes virtuales como los chatbots educativos pueden responder preguntas de los estudiantes sobre el contenido del curso o brindar asistencia personalizada. Estos chatbots interactúan con los estudiantes en lenguaje natural, proporcionando respuestas en tiempo real y dirigiéndoles a recursos relevantes. La traducción automática con herramientas como Google Translate puede ser una gran aliada en la enseñanza de idiomas.

1.5.2. La inteligencia artificial generativa (IAG)

A partir de grandes cantidades de contenido disponible en internet, este campo de la IA genera contenidos nuevos aplicando los patrones estadísticos extraídos con aprendizaje automático. En el ámbito educativo puede ayudar a generar imágenes y textos inéditos de manera más rápida y eficaz.

La inteligencia artificial generativa (IAG) representa una oportunidad significativa en el ámbito educativo porque no solo

complementa los métodos tradicionales de enseñanza, sino que también abre nuevas posibilidades para personalizar y enriquecer el proceso de aprendizaje haciendo que la educación sea más accesible, eficiente y creativa. Exponemos aquí algunos ejemplos:

a) Acceso a recursos ilimitados: las herramientas de IAG pueden generar contenido educativo, como textos, ejercicios y simulaciones, de manera rápida y eficiente. Esto amplía el acceso a recursos educativos de alta calidad, especialmente en áreas con escasez de materiales didácticos.
b) *Feedback* inmediato: la IAG puede proporcionar retroalimentación instantánea a los estudiantes, ayudándoles a corregir errores y mejorar su comprensión en tiempo real. Esto es particularmente útil en el aprendizaje de habilidades prácticas y técnicas.
c) Fomento de la creatividad: al generar contenido novedoso y original, la IAG puede inspirar a los estudiantes a explorar ideas innovadoras y desarrollar su creatividad. Esto es especialmente valioso en disciplinas como el arte, la música y la escritura.
d) Inclusión y accesibilidad: la IAG puede ayudar a crear materiales educativos accesibles para estudiantes con discapacidades, como textos en braille o descripciones de audio para contenido visual. Esto promueve una educación más inclusiva y equitativa.

2. Método

El mundo educativo está viviendo una gran transformación con la irrupción de la inteligencia artificial y sus distintas aplicaciones. Hemos profundizado en el fundamento, concepto y origen de lo que consideramos inteligencia artificial desde una mirada histórica y con el objetivo de entender qué está en la base de todas las aplicaciones que esta tecnología tiene en el mundo educativo.

El resultado es que esta tecnología consiste en sistemas tecnológicos que aprenden de datos, dirigidos por una serie de instrucciones estructuradas y ordenadas (algoritmos y modelos) más o menos complejos. Una tecnología que empieza a impac-

tar de forma importante en los últimos años, pero que se lleva desarrollando desde hace varias décadas.

3. Conclusiones

A pesar de la complejidad técnica que está en la base de la IA en sus distintas modalidades, la implementación de estas tecnologías puede hacer que la educación sea más equitativa y efectiva al proporcionar a cada estudiante y docente las herramientas y el apoyo que necesitan para alcanzar su máximo potencial. Mencionamos a continuación algunas de las aportaciones de la IA a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje (UNESCO, s.f.):

- La IA puede adaptar los métodos de enseñanza y los materiales educativos a las necesidades individuales de cada estudiante, de manera que el alumnado pueda aprender a su propio ritmo, en función de sus habilidades (aprendizaje personalizado).
- Los sistemas de tutoría basados en IA pueden proporcionar asistencia personalizada, responder preguntas y ofrecer explicaciones adicionales sobre temas difíciles, lo que puede servir de ayuda al alumnado a comprender mejor los contenidos (tutoría inteligente).
- La IA puede también automatizar la calificación de exámenes y tareas, liberando tiempo para que el personal docente ponga el foco en la interacción directa con el alumnado (evaluación automatizada).
- Monitorizar el progreso de los alumnos a la vez que se generan informes seguimiento facilita al profesorado la identificación de alumnado que pueda requerir ayuda adicional para poder ajustar sus estrategias de enseñanza.
- La IA puede ayudar a crear materiales educativos más accesibles para estudiantes con determinadas discapacidades, como transcripciones automáticas para vídeos o textos en braille generados automáticamente (accesibilidad mejorada).
- En la medida en que el empleo de la IA descarga de trabajo al docente, este puede enfocarse más en el desarrollo socioemocional del alumnado, lo cual favorece su bienestar general y para lograr el éxito académico.

- Si se dispone de robots con IA pueden ser empleados como asistentes educativos, proporcionando tutorías personalizadas y apoyo en el aula (asistentes educativos).
- La integración de la IA y la robótica en la educación no solo prepara a los estudiantes para un futuro tecnológico, sino que también ofrece nuevas herramientas y métodos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Al delegar en las máquinas y esta tecnología tareas repetitivas y rutinarias, los educadores pueden liberar tiempo para enfocarse en lo que realmente aporta valor a la enseñanza. Esto incluye la interacción directa con los estudiantes, la adaptación de las estrategias pedagógicas a las necesidades individuales y el desarrollo de un entorno de aprendizaje enriquecedor y significativo. De esta manera, la tecnología, y más concretamente la IA, se convierte en un aliado que permite a los docentes centrarse en su papel fundamental como guías y facilitadores.

Es importante recordar que las máquinas carecen de contexto y experiencia más allá de los datos con los que han sido entrenadas. La inclusión de información errónea, algoritmos mal diseñados, taxonomías confusas o un aprendizaje inadecuado pueden generar conclusiones incorrectas o contenido sesgado o impreciso. Por lo tanto, es fundamental que los educadores y responsables de la implementación de tecnología en el aula se mantengan críticos y atentos a la calidad de los datos y algoritmos utilizados, asegurándose de que estos recursos tecnológicos complementen y enriquezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje en lugar de comprometerlo.

Si los algoritmos están influyendo cada vez más en aspectos propios del ámbito educativo… ¿estamos ante un nuevo tipo de autoridad? ¿Cuál debería ser entonces el papel de los educadores ante esta tecnología?

Es fundamental que comencemos a reflexionar sobre estas cuestiones, ya que el uso de la tecnología y la inteligencia artificial en la educación no solo impacta en la forma en que se enseña y se aprende, sino también en la equidad y la calidad de la educación que reciben nuestros estudiantes.

4. Bibliografía

Hao, K. (2018). ¿Qué es la IA? Te hemos dibujado un diagrama de flujo para que lo resuelvas. *MIT, Revista de tecnología*.

IBM (s.f.). *Soluciones de procesamiento del lenguaje natural (PLN)*. https://www.ibm.com/es-es/solutions/natural-language-processing

Inteligencia Artificial 360 (9 de mayo de 2023). *Introducción al aprendizaje automático: conceptos básicos y terminología*. https://inteligenciaartificial360.com/fundamentos-ia/introduccion-al -aprendizaje-automático-conceptos-básicos -y -terminal

McCarthy, J., Minsky, ML, Rochester, N. y Shannon, CE (1955). *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*. Universidad de Dartmouth.

McCulloch, W. S. y Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, *5*, 115-133.

Muñoz, J. M., Lorenzo, N. y Suñé, X. (2024). *Inteligencia Artificial en la microeducación: transformando el aula del futuro*. Asociación Espiral.

Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, *59*.

UNESCO (2023, 20 de marzo). *La Inteligencia Artificial generativa en la educación: ¿Cuáles son las oportunidades y los desafíos?* https://www.unesco.org/es/articles/la-inteligencia-artificial-generativa-en-la-educacion-documento-de-reflexion-de-sra-stefania

3

Sistemas de tutoría inteligente y aprendizaje personalizado

María Arias Corona
Universidad de Jaén, Jaén, España

Introducción

El sistema educativo se enfrenta al desafío de adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, teniendo en cuenta la diversidad en sus intereses, ritmos y estilos de aprendizaje. En este proceso, la digitalización y la irrupción de la inteligencia artificial (IA) está transformando los entornos educativos, permitiendo un aprendizaje personalizado, posibilitando la creación de contenidos adaptados y la construcción de entornos de aprendizaje dinámicos y altamente motivadores. Los sistemas de tutoría inteligente constituyen una de las aplicaciones más avanzadas de la IA en educación. Estos sistemas están diseñados para diagnosticar las necesidades de cada estudiante y ofrecer actuaciones específicas, facilitando un proceso de aprendizaje que no solo es más eficiente, sino también motivador y autónomo. La personalización del aprendizaje mediante IA incluye tecnologías y herramientas que analizan datos del estudiante y detectan patrones de comportamiento, lo que permite ajustar la experiencia educativa de acuerdo con el nivel de conocimiento y el ritmo de aprendizaje de cada individuo.

El cambio en los paradigmas educativos y la implementación de estas tecnologías, sin embargo, también plantea retos y desafíos, así como preguntas éticas para las que necesitamos estar preparados de forma que garanticemos un uso adecuado y seguro de la IA en la educación.

A lo largo de este capítulo trataremos de explorar los conceptos y características clave de los sistemas de tutoría inteligente y del aprendizaje personalizado mediante IA, sus aplicaciones prácticas, así como los desafíos y oportunidades que acompañan a su implementación en el contexto educativo.

1. Inteligencia artificial en la educación

La evolución que la sociedad ha experimentado con la introducción de las tecnologías de la información y comunicación ha generado cambios en los contextos educativos (Carbonell y Hernández, 2024). La combinación de la IA y la educación ha abierto un abanico de posibilidades para mejorar la forma en que enseñamos y aprendemos (Gómez, 2023). La integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación es un fenómeno reciente que ha cambiado la forma de enseñar y aprender al proporcionar métodos cada vez más eficientes y personalizados. Si bien es cierto que el concepto que planteamos no es nuevo, el impulso de los avances en la introducción de la IA en el ámbito educativo ha abierto posibilidades sin precedentes para adaptar el proceso de aprendizaje aprovechando el poder de los datos, el desarrollo de técnicas de aprendizaje automático (*Machine Learning*) y el procesamiento de lenguaje natural (NPL) y redes neuronales (*Deep Learning*), que ha permitido desarrollar aplicaciones más sofisticadas y eficaces (Chen et al., 2022; Prahani et al., 2022).

La investigación en el uso y desarrollo de la IA se extiende a diferentes ámbitos educativos, incluyendo la personalización del aprendizaje, la evaluación automatizada, la tutoría inteligente y la detección temprana de problemas de aprendizaje (Chen et al., 2022). En este capítulo nos centraremos en conocer dos áreas principales en las que la IA ha revolucionado la educación: los sistemas de tutoría inteligente (ITS) y el aprendizaje personalizado. Estos sistemas están diseñados para adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes utilizando algoritmos de IA que analizan y responden a sus necesidades durante el proceso de aprendizaje. No cabe duda del potencial que la IA ofrece para la mejora de la capacidad y calidad de la enseñanza, la adaptabilidad y la personalización de los procesos educativos, así como

la transformación de las experiencias de enseñanza-aprendizaje. No obstante, la efectividad de la IA en la educación dependerá de cómo se diseñen, implementen y gestionen estos sistemas en el contexto educativo (Vásquez et al., 2024).

Además, el estado del arte en este ámbito cambia a un ritmo vertiginoso, ampliándose y desarrollándose cada vez más, por lo que posiblemente veremos en un presente-futuro próximo avances más potentes impulsados por técnicas de IA cada vez más sofisticadas (González-González, 2023).

2. Sistemas de tutoría inteligente (ITS)

Los sistemas de tutoría inteligente o *Intelligent Tutoring Systems* (ITS) son sistemas que simulan el rol de un tutor humano adaptándose en tiempo real a las respuestas de los estudiantes. Han sido diseñados para fortalecer el aprendizaje dentro y fuera del aula (Rodríguez Chávez, 2021). Este tipo de sistemas modelan el conocimiento del estudiante y del docente para ofrecer apoyo y orientación personalizados a lo largo del proceso educativo (Choez y Miranda, 2024); para ello, aplican algoritmos que, mediante el análisis continuo de las respuestas y comportamientos del alumnado durante el aprendizaje, simulan el rol de un tutor humano adaptándose a las necesidades de los mismos. Los ITS han ganado terreno en educación debido a su capacidad para mejorar el rendimiento académico y fomentar un aprendizaje más autónomo. Están llamados a ser los sistemas adaptativos que mayor potencial ofrecen para personalizar el aprendizaje y mejorar su eficacia (Serrano y Moreno, 2024). Su éxito radica en la capacidad de proporcionar tutoría personalizada ofreciendo retroalimentación inmediata sobre el trabajo de los estudiantes, identificando áreas de dificultad y sugiriendo estrategias de mejora. Estos algoritmos pueden proporcionar recomendaciones personalizadas facilitando así un apoyo continuo y adaptado a las necesidades específicas de cada estudiante.

Los ITS surgieron en la década de los setenta y ochenta con el objetivo de proporcionar información y orientación al estudiante a lo largo de su proceso de aprendizaje. En 1970, Carbonell fue pionero en el desarrollo de SCHOLAR, un sistema de tutoría que empleaba representaciones semánticas para personalizar la

enseñanza según las respuestas del estudiante, sentando las bases para el uso de redes semánticas en ITS. Autores como Wolf o VanLehn fueron precursores en conceptualizar este nuevo paradigma. En 1988, Wolf definió los ITS como una plataforma educativa que, a diferencia de los sistemas de instrucción tradicionales, incluye componentes que permiten la personalización del aprendizaje a través de tres módulos principales: el módulo de conocimiento experto, que contiene la información específica que se va a enseñar; el módulo del estudiante, que rastrea y evalúa el conocimiento, habilidades y necesidades del estudiante en tiempo real, y el módulo de tutoría, que adapta las estrategias de enseñanza según el progreso y el perfil de cada estudiante proporcionando retroalimentación personalizada. Posteriormente, en 1988, con sus estudios sobre diagnóstico y tutoría en resolución de problemas, VanLehn trabajó en el desarrollo de sistemas que incorporaban procesos de razonamiento y tutoría individualizada: el tutor inteligente «es un sistema de software que utiliza técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para representar el conocimiento e interactúa con los estudiantes para enseñárselo» (p. 55).

Los sistemas de tutoría inteligente (ITS) suelen estar compuestos por cuatro módulos principales que permiten adaptarse y responder a las necesidades del estudiante. Siguiendo a Paredes et al. (2024), se sugiere la siguiente arquitectura:

- Módulo de contenido. Es el responsable de organizar y gestionar el material educativo que ofrece a los estudiantes. El módulo almacena el conocimiento que el sistema desea enseñar. Funciona como una base de datos.
- Módulo del estudiante. Es el componente central de los ITS, encargado de rastrear y ajustar el conocimiento, habilidades, actitudes y progreso del estudiante. El módulo analiza sus fortalezas, debilidades, errores comunes y estilo de aprendizaje, creando un perfil que posteriormente utiliza para adaptar las actividades.
- Módulo tutor. Establece las estrategias de enseñanza más efectivas basadas en el perfil del estudiante. Utiliza la información del módulo del estudiante para adaptar y guiar el proceso de enseñanza. Proporciona explicaciones o recursos adicionales si el alumno lo necesita. Esta flexibilidad permite

una enseñanza adaptativa que responde a las necesidades del alumnado.

- Interfaz de usuario. La interfaz permite al estudiante interactuar con el contenido educativo, recibir retroalimentación en tiempo real y acceder a los recursos adicionales. La importancia de la interfaz radica en estar bien diseñada, ser intuitiva, accesible y atractiva para el alumnado, permitiendo al mismo una experiencia de uso fácil y fluida.

3. Inteligencia artificial en el aprendizaje personalizado

En esta era digital, la IA está transformando los métodos pedagógicos convirtiéndose en una herramienta capaz de personalizar el aprendizaje. La capacidad para mejorar el rendimiento de los estudiantes ha hecho que la IA haya surgido como una fuerza transformadora en la educación revolucionando los métodos pedagógicos tradicionales mediante la personalización del aprendizaje (Choez y Miranda, 2024). La capacidad que ha mostrado para procesar grandes cantidades de datos ha transformado la manera en que las personas acceden al conocimiento (Gómez, 2023).

Los sistemas de aprendizaje personalizado basados en IA funcionan mediante la recopilación y el análisis de datos a través de algoritmos de aprendizaje automático que identifican patrones y construyen perfiles de aprendizaje. Estos sistemas analizan el progreso de los estudiantes en tiempo real, identifican sus fortalezas y debilidades y ajustan el contenido educativo para que sea relevante y apropiado para cada estudiante. De esta forma, el aprendizaje se convierte en un proceso dinámico y flexible en el que cada estudiante avanza a su propio ritmo. Para poder llevar a cabo este proceso, la IA se basa en dos sistemas: la IA adaptativa, que permite modificar el contenido en función del progreso del alumno, y la IA generativa, que proporciona y crea las respuestas automáticas y personalizadas. Un ejemplo de esta IA sería el famoso ChatGPT.

A medida que avanzamos, se hace necesario comprender el papel y el potencial de la IA en la personalización del aprendiza-

je (Vásquez, et al., 2024). El verdadero potencial de la IA radica en su habilidad para ofrecer una personalización profunda y una adaptación en tiempo real a las necesidades de cada estudiante (Zurita et al., 2024). A diferencia de los métodos tradicionales, donde el currículo es semejante para todo el alumnado, el aprendizaje personalizado se adapta mediante el uso de la IA a las habilidades, intereses y preferencias de cada alumno, mejorando su experiencia educativa. Este *feedback* ayuda a los estudiantes a abordar las áreas en las que presentan dificultad, facilitando su comprensión y permitiendo que avancen a su propio ritmo, lo que promueve una mayor motivación hacia el aprendizaje (Monge Vera et al., 2024).

Estudios como los de Zurita et al. (2024) ponen de manifiesto la importancia de estos aspectos y señalan cómo la inteligencia artificial se convierte en herramienta transformadora en el ámbito educativo con el potencial de abordar problemas críticos como el abandono escolar.

4. Desafíos y oportunidades del uso de la IA en la educación

El uso de sistemas de tutoría inteligente y aprendizaje personalizado a través de la IA trae consigo numerosos beneficios y avances, pero también plantea desafíos que deben ser abordados de manera minuciosa (Zurita et al., 2024). El éxito de la integración de la IA en la educación estará ligado a la superación de desafíos relacionados con la ética y privacidad, la equidad y accesibilidad, así como con las limitaciones técnicas y pedagógicas (Gómez, 2023).

4.1. Desafíos de la IA en educación

4.1.1. Desafíos éticos y de privacidad

Los sistemas de tutoría inteligente manejan y analizan grandes cantidades de datos personales sensibles para adaptarse a cada estudiante, lo que plantea preocupaciones éticas sobre el almacenamiento, procesamiento y protección de esta información. Estos sistemas pueden ser vulnerables a ciberataques o filtracio-

nes de datos. En este sentido, es crucial que las instituciones educativas implementen medidas y políticas de protección de datos avanzadas que garanticen el acceso restringido, así como que los estudiantes conozcan qué datos se recopilan y con qué propósito serán utilizados, proporcionando siempre un consentimiento al respecto.

4.1.2. Desafíos de equidad y accesibilidad

Poner en marcha de forma segura los sistemas de aprendizaje impulsados por IA requiere de una integración estratégica en los entornos educativos, ya que existe el riesgo de aumentar las brechas digitales. Si estas herramientas no se implementan de manera equitativa, estudiantes de contextos socioculturales desfavorecidos podrían quedar en situación de desventaja al no poseer los recursos suficientes para tener acceso a la tecnología que permita usar estos sistemas inteligentes (Paredes et al., 2024).

4.1.3. Limitaciones técnicas y pedagógicas

Aunque el objetivo de estos sistemas es la personalización del aprendizaje, existe el riesgo de que se conviertan en experiencias despersonalizadas. Sería un grave error simplificar la educación reduciéndola a los contenidos y al rendimiento académico e ignorando la dimensión social del aprendizaje o el estado emocional de los estudiantes (Serrano y Sánchez, 2024). No debemos olvidar que la educación no solo implica la transmisión de conocimientos, sino también el desarrollo de habilidades sociales y emocionales. Los ITS pueden complementar la enseñanza, pero es crucial mantener un equilibrio entre el uso de la tecnología y la intervención de los docentes para proporcionar un apoyo integral al alumnado. Los docentes deben estar capacitados para integrar estas tecnologías en su práctica educativa de forma que se complementen mutuamente en lugar de remplazarse (Paredes et al., 2024).

4.2. Oportunidades de la IA en educación

Hemos expuesto a lo largo del capítulo las oportunidades que ofrece la IA al proveer al estudiante de un aprendizaje personalizado adaptándose a sus ritmos de aprendizaje y proporcionándole una retroalimentación inmediata en su proceso de aprendi-

zaje. Pero en esta transformación digital la IA también ofrece nuevas formas de aprender y enseñar como, por ejemplo, las simulaciones interactivas y los tutoriales personalizados, con sistemáticas más atractivas y efectivas que los métodos tradicionales. La digitalización y la IA permiten que los estudiantes accedan a la educación desde cualquier lugar del mundo y en cualquier momento. Permite integrar nuevos modelos de aprendizaje, herramientas y metodologías activas e inclusivas como la gamificación, el aprendizaje servicio o el aula invertida. En muchas ocasiones, los docentes no poseen el tiempo suficiente para poder individualizar la enseñanza de su alumnado. La carga burocrática y administrativa limita el tiempo que el docente posee para personalizar el aprendizaje y atender correctamente a la diversidad de su alumnado. La IA les permitiría agilizar estas tareas y les proporcionaría instrumentos y herramientas para desarrollar una docencia individualizada. Incluso, podría generar recursos educativos personalizados y de gran calidad para cada estudiante (González-González, 2023).

5. Conclusiones

El desarrollo de sistemas de tutoría inteligente y aprendizaje personalizado supone una revolución en la forma en que se aborda la educación. El avance tecnológico hace posible adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que promete mejorar no solo el rendimiento académico, sino también la motivación y el compromiso con el aprendizaje. La IA se presenta como una herramienta que facilita la enseñanza y un nuevo espacio digital que redefine las dinámicas de aprendizaje y los roles de los docentes y discentes. En este sentido, la formación continua y la capacitación profesional adecuada propiciarán la construcción de una cultura de aprendizaje en la que la tecnología sea vista como un aliado en el proceso educativo, en lugar de como un competidor. No obstante, es fundamental reconocer que la implementación de estas herramientas presenta desafíos significativos que deben ser abordados de manera consciente y ética. En conclusión, los sistemas de tutoría inteligente y aprendizaje personalizado tienen el potencial de transformar la educación, pero su éxito dependerá de un enfoque consciente y

equilibrado entre la ética, la equidad, la accesibilidad y el papel insustituible del docente. No debemos olvidar que el valor de la educación radica en la construcción y desarrollo de seres humanos. A medida que avancemos en esta era de innovación educativa, es imperativo que se establezcan marcos que guíen el desarrollo de estas tecnologías de manera que contribuyan a una educación más inclusiva, efectiva y humana.

6. Bibliografía

Carbonell, N. y Hernández, M. Á. (2024). Impacto de los sistemas de tutoría inteligente: Una revisión sistemática. *Edite, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (89), 121-143. https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3025

Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G. y Liu, C. (2022). Two decades of artificial intelligence in education. *Educational Technology & Society*, *25*(1), 28-47.

Choez, C. J. y Miranda, R. S. (2024). El rol de la Inteligencia Artificial en la educación inclusiva: Oportunidades y retos para la enseñanza personalizada. *Revista Científica Multidisciplinar G-Merando*, *5*(2), 997-. https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.303

Gómez, W. O. A. (2023). La Inteligencia Artificial y su incidencia en la educación: Transformando el aprendizaje para el siglo XXI. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, *3*(2), 217-230.

González-González, C. S. (2023). El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación: transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Revista Curriculum*, *36*, 51-60. https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2023.36.03

Monge Vera, M. M., Villamagua Jiménez, G. M., Aroca Izurieta, C. E., Chico Guzmán, B. A. y López Velasco, J. E. (2024). Personalización del proceso de aprendizaje mediante Inteligencia Artificial. Customization of the learning process through artificial intelligence. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *5*(3), 772-785. https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2076

Paredes, A. M., Hurtado, V. F., Basantes, J. P. y Changotasig, A. A. (2024). Sinergia entre educación emocional e Inteligencia Artificial: Hacia un aprendizaje integral y personalizado en el siglo XXI. *Revista Social Fronteriza*, *4*(4), e44384. https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(4)384

Prahani, B. K., Rizki, I. A., Jatmiko, B., Suprapto, N. y Amelia, T. (2022). Artificial intelligence in education research during the last ten years: A review and bibliometric study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *17*(8), 169-188. https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.29833

Rodríguez Chávez, M. H. (2021). Sistemas de tutoría inteligente y su aplicación en la educación superior. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *11*(22). https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.848

Serrano, J. L. y Moreno, J. (2024). Inteligencia Artificial y personalización del aprendizaje: ¿Innovación educativa o promesas recicladas? *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (89), 1-17. https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3577

Serrano, J. L. y Sánchez, M. M. (2024). ¿A qué promesas y desafíos me enfrento como docente con la IA? En A. Arroyo (Coord.), *Inteligencia Artificial y educación: construyendo puentes* (pp. 57-70). Graó.

VanLehn, K. (1988). Fundamentos de los sistemas de tutoría inteligente. *Virtual Educa*, 55-78.

Vásquez, E. D. C., Loza, R. F. N., Cherrez, A. M. F. y Montes, R. E. T. (2024). Uso de la Inteligencia Artificial en la personalización del aprendizaje. *Conocimiento Global*, *9*(1), 75-83.

Wolf, B. (1988). Fronteras teóricas en la construcción de máquinas tutoras. *Educa Virtual*, 259-267.

Zurita, W. V., Briones, M. Á., Valverde, R. M., Merchan, I. G. V., Rodríguez, F. M. N. y Gabriel, F. P. M. (2024). La Inteligencia Artificial: Transformando los Métodos de Aprendizaje en la Educación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(4), 10367-10384.

4

Evaluación adaptativa y retroalimentación inteligente. Una revision sistemática

José María Romero Monteserín
Álvaro Gurrea Suárez
Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España

Introducción

La inteligencia artificial (IA) y la inteligencia artificial generativa (IAG) están revolucionando la educación al posibilitar y facilitar la creación de experiencias de aprendizaje personalizado, así como al mejorar la retroalimentación que ofrece el docente. La IA permite adaptar el contenido educativo a las necesidades individuales de cada estudiante analizando datos sobre su progreso y estilo de aprendizaje. La utilización de estos recursos favorece una mejora en el rendimiento académico, así como un aumento en la motivación del alumnado.

La IA también desempeña un papel crucial en la retroalimentación educativa. Las herramientas basadas en IAG pueden proporcionar retroalimentación inmediata y personalizada, permitiendo a los estudiantes ser conscientes de sus errores y mejorar su comprensión en tiempo real. Este enfoque favorece la identificación ágil de las áreas de mejora de los estudiantes, optimizando de esta forma los procesos tanto de planificación didáctica como de enseñanza.

Además, la IAG facilita la automatización de las responsabilidades administrativas y de evaluación, liberando tiempo para que los educadores se concentren en la interacción directa con los estudiantes. Sin embargo, es importante abordar los desafíos

éticos asociados con el uso de la IA en educación, como la privacidad de los datos y el sesgo algorítmico.

La IA, a través de la evaluación adaptativa y la retroalimentación inteligente, tiene el potencial de convertir el proceso educativo en uno realmente dinámico y efectivo adaptado al ritmo individual de cada estudiante y proporcionando el apoyo específico necesario.

La evaluación adaptativa se presenta como un método innovador que ajusta automáticamente la dificultad de las preguntas según el desempeño del estudiante utilizando algoritmos sofisticados para una valoración más precisa de conocimientos y habilidades. Este enfoque reduce el impacto de aquellas situaciones que provoquen desmotivación y proporciona a los educadores una visión más exacta del progreso estudiantil.

La retroalimentación inteligente se define como la capacidad de los sistemas de IA para ofrecer comentarios inmediatos y personalizados, analizando las respuestas y comportamientos de los estudiantes en plataformas digitales. Este proceso va más allá de la mera corrección, ya que proporciona explicaciones, aclaraciones y recursos adicionales para optimizar el aprendizaje.

En definitiva, este capítulo tiene como principales motivaciones las de hacer una revisión de las publicaciones y evidencias sobre el uso de la IA para la retroalimentación adaptativa y la retroalimentación inteligente en el contexto educativo, analizar el impacto de la implementación de sistemas de evaluación adaptativa y retroalimentación inteligente basados en IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje en entornos educativos y evaluar la capacidad de los sistemas de retroalimentación inteligente para proporcionar comentarios personalizados y oportunos que mejoren el aprendizaje de los estudiantes.

1. Marco teórico

El presente marco teórico tiene como objetivo proporcionar una base conceptual sólida para comprender el papel de la evaluación adaptativa y la retroalimentación inteligente en la educación contemporánea a través del uso de la IA y de la IAG. Esta sección abordará los conceptos fundamentales de aprendizaje personalizado, los fundamentos de la evaluación adaptativa y

los principios de la retroalimentación inteligente. Las fuentes teóricas se han seleccionado priorizando literatura publicada en los últimos cinco años, reflejando así el estado actual del conocimiento en este campo dinámico. Este marco servirá como fundamento para analizar e interpretar los hallazgos de la revisión sistemática presentada en las secciones subsiguientes, permitiendo una comprensión más profunda de cómo estas innovaciones tecnológicas están transformando los procesos de enseñanza y aprendizaje.

1.1. Fundamentos de la evaluación adaptativa

La evaluación adaptativa representa un enfoque innovador en un contexto como el educativo en el que se utilizan tecnologías avanzadas para personalizar las evaluaciones según las habilidades y conocimientos individuales de cada estudiante. La evaluación adaptativa se fundamenta en que cada alumno, cada individuo, es único y, por tanto, es necesaria una evaluación adaptada a sus capacidades.

Es a partir de los últimos años, con la irrupción e integración de la inteligencia artificial (IA) y la inteligencia artificial generativa (IAG), cuando se ha experimentado una novedosa implementación de la evaluación adaptativa. Estas tecnologías permiten crear sistemas de evaluación dinámicos que se adaptan en tiempo real al rendimiento del estudiante, ofreciendo una experiencia de evaluación más precisa y eficiente (Véliz et al., 2021).

Los tipos de IA de uso más generalizado para la evaluación adaptativa incluyen:

1. Aprendizaje automático *(Machine Learning*). Estos algoritmos analizan patrones en las respuestas de los estudiantes, ajustando y adaptando la dificultad de las preguntas siguientes. A modo de ejemplo, Lwande et al. (2021) desarrollaron un sistema que utiliza aprendizaje automático para identificar estilos de aprendizaje y rasgos cognitivos en un sistema de gestión de aprendizaje, permitiendo una evaluación más personalizada.
2. Redes neuronales. Los sistemas de inteligencia artificial tienen la capacidad de analizar volúmenes considerables de información con el fin de pronosticar el desempeño académico

de los alumnos y determinar los cuestionamientos más pertinentes. En una investigación reciente, Zhang et al. (2021) desarrollaron e implementaron una arquitectura basada en redes neuronales artificiales con el propósito de personalizar tanto los materiales didácticos como los instrumentos de evaluación, tomando como base los patrones conductuales exhibidos por cada estudiante.

3. Sistemas basados en reglas. Dichos sistemas se basan en la utilización de un conjunto predefinido de reglas que permite tomar decisiones acerca de la progresión en los procesos de evaluación. Duque-Méndez et al. (2020) propusieron un sistema basado en reglas para la generación personalizada de cursos virtuales que incluye componentes de evaluación adaptativa.

En cuanto a la IAG, su aplicación en la evaluación adaptativa está popularizándose cada vez más. Permite crear preguntas adaptadas y personalizadas que se basan en el nivel de habilidad del estudiante y los objetivos de aprendizaje específicos, así como generar explicaciones detalladas y personalizadas para las respuestas incorrectas, facilitando un aprendizaje más profundo.

Es importante aclarar que, si bien la IA y la IAG se presentan como una herramienta facilitadora y de significativo potencial práctico en el ámbito de la evaluación adaptativa, su aplicación requiere un enfoque de alta responsabilidad. Zhikharev et al. (2021) subrayan la necesidad de considerar los posibles sesgos relativos a los algoritmos de IA, así como de favorecer la imparcialidad y equidad en la implementación de sistemas de evaluación adaptativos.

1.2. Principios de la retroalimentación inteligente

La retroalimentación inteligente es un componente esencial en los sistemas de evaluación en el contexto educativo actual. Este enfoque utiliza tecnologías avanzadas de IA e IAG para proporcionar comentarios personalizados y adaptados a los estudiantes, lo que mejora de manera significa el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se determina, por tanto, que uno de los principios fundamentales de la retroalimentación inteligente es la personalización del aprendizaje. Los sistemas de IA pueden analizar el

desempeño de cada estudiante y adaptar así la retroalimentación a sus verdaderas necesidades.

Gracias a los algoritmos de aprendizaje automático se pueden identificar patrones en las respuestas de los estudiantes y generar comentarios adaptados a su estilo de aprendizaje, así como a su nivel de comprensión. Otro aspecto clave que considerar es la inmediatez con la que se puede ofrecer esa retroalimentación, que se ofrece en tiempo real. Esto es realmente efectivo en entornos de aprendizaje en un contexto *online*, donde estos sistemas de IA pueden evaluar las respuestas de los estudiantes instantáneamente y ofrecer orientación inmediata (Zawacki-Richter et al., 2019).

Los sistemas de IA son capaces de procesar grandes cantidades de datos y aplicar criterios de evaluación de manera consistente, reduciendo así los sesgos humanos. Sin embargo, es importante mantener el equilibrio entre la automatización y la supervisión directa del docente para garantizar la equidad y la contextualización adecuada de la retroalimentación (Holmes y Tuomi, 2022).

Si se hace referencia a los tipos de IA utilizados en la retroalimentación inteligente, el aprendizaje profundo y las redes neuronales han demostrado ser altamente efectivos.

La IAG, por su parte, ofrece nuevas posibilidades y experiencias en la forma en que se genera retroalimentación de una tarea. Los modelos de lenguaje de gran escala, como GPT-3, pueden ofrecer explicaciones específicas para cada usuario, así como ejemplos personalizados para ayudar a los estudiantes a comprender sus áreas de mejora, promoviendo así su implicación y la estructuración de la experiencia de aprendizaje. Por todo ello, se determina que uno de los principios de este tipo de retroalimentación es la adaptabilidad continua.

Estos sistemas no solo proporcionan retroalimentación, sino que se retroalimentan gracias a las interacciones con los estudiantes para, de esa manera, mejorar la calidad e impacto de los comentarios. Este enfoque permite que la inteligencia se adapte a las dinámicas necesidades educativas. Es importante destacar que la implementación de la retroalimentación inteligente debe respetar los principios éticos. Esto incluye la transparencia en cómo se generan los comentarios, la protección de la privacidad de los datos de los estudiantes y la garantía de que la retroalimentación

automatizada no reemplace completamente la interacción humana en el proceso educativo (Luckin y Cukurova, 2019).

2. Método

Esta revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo las directrices del método PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), que garantiza un proceso sistemático y riguroso de prospección, análisis y discusión de información. Se realizaron búsquedas en bases de datos como Web of Science, Google Scholar, Redalyc, Dialnet y Scielo. Se utilizaron los términos «Inteligencia Artificial», «Inteligencia Artificial generativa», «evaluación adaptativa», «evaluación», «educación», «retroalimentación», «retroalimentación inteligente», «contexto educativo», «aprendizaje», «aprendizaje individualizado». Esta búsqueda se limitó a artículos y estudios publicados durante los últimos cinco años (2019/2024).

Los criterios de inclusión que se consideraron fueron estudios empíricos o revisiones sistemáticas, estudios enfocados en la aplicación de IA o IAG en evaluación educativa, artículos publicados en revistas científicas y publicaciones en español. De igual manera, se siguieron los siguientes criterios de exclusión: estudios no relacionados directamente con evaluación educativa, artículos de opinión o editoriales y estudios o artículos sin acceso al texto completo.

Esta revisión sistemática no requirió aprobación ética, ya que se basó en datos publicados previamente. Sin embargo, se prestó especial atención a las consideraciones éticas reportadas en los estudios incluidos con respecto al uso de IA e IAG en contextos educativos.

3. Resultados

Los estudios indican que los sistemas basados en IA permiten crear dinámicas de evaluación que ajusten de manera dinámica la dificultad de las preguntas según el desempeño individual del estudiante, proporcionando una evaluación más precisa de sus habilidades y conocimientos. Las investigaciones muestran que las

redes neuronales y otros sistemas de IA pueden analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones en el desempeño de los estudiantes, lo que facilita la predicción de su rendimiento académico y la adaptación de los materiales de evaluación.

Los estudios revelan que los sistemas de IA y de IAG pueden proporcionar comentarios adaptados al estilo de aprendizaje y nivel de comprensión de cada estudiante, mejorando significativamente la experiencia de aprendizaje. Los resultados sugieren que los sistemas basados en aprendizaje profundo y redes neuronales pueden generar comentarios detallados y específicos, abarcando aspectos como el contenido, la estructura y el estilo.

4. Discusión y conclusión

La integración de la inteligencia artificial (IA) y la inteligencia artificial generativa (IAG) en el ámbito educativo ha demostrado ser un recurso realmente válido, principalmente para las actividades de evaluación adaptativa y retroalimentación inteligente, enriqueciendo tanto la labor del docente como la experiencia de aprendizaje del alumnado. Estas tecnologías representan una nueva forma en la que se personaliza el aprendizaje y se ofrece retroalimentación a los estudiantes. La evaluación adaptativa, potenciada por la IA, se erige como un método innovador que se ajusta al desempeño individual del estudiante.

Los sistemas de retroalimentación inteligente, basados en IA e IAG, han demostrado su capacidad para ofrecer comentarios inmediatos y personalizados. Esta retroalimentación ofrece algo más al estudiante que una corrección, favorece explicaciones detalladas, aclaraciones, además de recursos adicionales que pueden optimizar la experiencia de enseñanza y aprendizaje.

Pero, a pesar del gran avance que esto supone, para el docente es importante enfrentarse a los desafíos éticos asociados con el uso de la IA en su práctica profesional. Se deben considerar la privacidad, la supervisión del algoritmo y buscar la armonía entre automatización de la tarea y el control humano. Por todo ello, se puede anticipar una mayor integración de estas herramientas en las dinámicas de enseñanza-aprendizaje. Se puede afirmar que la perspectiva de futuro en la educación se dirige hacia un enfoque más personalizado y adaptativo, donde la IA y la

IAG jugarán un papel fundamental en la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

5.Bibliografía

Duque-Méndez, N., Ovalle-Carranza, D. y Carrillo-Ramos, A. (2020). Sistema basado en reglas para la generación personalizada de curso virtual. *TecnoLógicas*, *23*(47), 229-242.

Holmes, W. y Tuomi, I. (2022). State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, *57*(4), 542-570.

Luckin, R. y Cukurova, M. (2019). Designing educational technologies in the age of AI: A learning sciences-driven approach. *British Journal of Educational Technology*, *50*(6), 2824-2838.

Lwande, C., Muchemi, L. y Oboko, R. (2021). Identificación de estilos de aprendizaje y rasgos cognitivos en un sistema de gestión del aprendizaje. *Heliyon*, *7*(8).

Véliz, A., Madrigal, O. y Correa, V. (2021). Aprendizaje adaptativo: un enfoque para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. *Revista Científica FIPCAEC*, *6*(3), 3-23.

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*(1), 1-27.

Zhang, Y., Yun, Y., An, R., Cui, J., Dai, H., & Shang, X. (2021) Educational Data Mining Techniques for Student Performance Prediction: Method Review and Comparison Analysis. *Front. Psychol*. 12:698490. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.698490

Zhikharev, A., Deeney, A., Igrunova, S., Klyuchnikov, D. y Frolova, A. (2021). Adaptive learning systems: A review of the research and challenges for their implementation. *Procedia Computer Science*, *190*, 283-288.

5

Chatbots y asistentes virtuales en el aula

Pilar Ibáñez-Cubillas
Universidad de Málaga, Málaga, España

Mercedes Cuevas López
Universidad de Granada, Granada, España

Introducción

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la educación ha impulsado nuevas estrategias pedagógicas, entre las que destaca el uso de chatbots y asistentes virtuales en el aula. Estas herramientas están diseñadas para interactuar con los estudiantes y apoyar diversas actividades de aprendizaje, adaptándose a las necesidades de cada etapa educativa. Desde hace tiempo, los chatbots se han implementado en contextos domésticos y comerciales, a través de dispositivos como Alexa Echo y Google Nest, para realizar tareas prácticas, tales como la configuración de recordatorios, la compra de productos o el control de funciones inteligentes en el hogar. No obstante, su potencial en el ámbito educativo ha despertado un creciente interés entre investigadores, dada la posibilidad de emplearlos como agentes conversacionales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto en entornos presenciales como en modalidades virtuales.

La relevancia del uso de chatbots en el aprendizaje radica en su capacidad de facilitar el aprendizaje autodirigido (SDLT) y en la motivación hacia la autoeficacia en el uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) (Esiyok et al., 2024). La aceptación de esta tecnología en entornos educativos podría, además, ser indicativa de su adopción futura en otros contextos.

No obstante, el aprovechamiento de chatbots y asistentes virtuales en el aula plantea desafíos metodológicos y pedagógicos que requieren ser explorados a fondo, especialmente en lo relativo a sus aplicaciones y efectos en el aprendizaje presencial.

El presente estudio tiene como objetivo analizar el uso de chatbots y asistentes virtuales en el aula presencial, en cualquier etapa educativa, abordando tres preguntas clave: (1) ¿qué intervenciones educativas se han desarrollado en diferentes niveles y qué tipos de chatbots se han utilizado?, (2) ¿cuáles son los chatbots aplicados en contextos presenciales? y (3) ¿en qué tipos de aprendizaje se han empleado y cuáles son las implicaciones pedagógicas derivadas de su implementación en el aula? La investigación adopta un enfoque cualitativo mediante una revisión sistemática de la literatura, lo cual permite una evaluación exhaustiva y organizada de los estudios actuales sobre el tema.

1. Chatbot y asistentes virtuales

Los chatbots, también conocidos como «agentes conversacionales», representan una de las aplicaciones de inteligencia artificial con mayor potencial en el ámbito de la interacción entre humanos y sistemas digitales. Estos agentes inteligentes están diseñados para entablar una conversación natural con los usuarios, respondiendo preguntas y proporcionando respuestas precisas a partir de las consultas que reciben (Clarizia et al., 2018). Esta capacidad de comunicación hace que el chatbot emule el lenguaje humano de manera que los usuarios perciben la interacción de manera similar a la conversación con una persona real (Ciechanowski et al., 2019). A través de este proceso, los chatbots logran que la comunicación entre humanos y dispositivos digitales sea intuitiva y eficiente.

El éxito de los chatbots en su desempeño depende de ciertos componentes esenciales. Annamalai et al. (2023) señalan que, para cumplir su función, un chatbot debe 1) simular el habla humana, 2) operar mediante el envío y la recepción de mensajes textuales o auditivos, 3) carecer de presencia física y 4) no estar representado por avatares en entornos virtuales. Estos componentes permiten que el chatbot funcione como un sistema de diálogo sin barreras físicas o representaciones visuales comple-

jas, lo cual optimiza su uso en dispositivos móviles y plataformas digitales diversas.

Desde el punto de vista técnico, el rendimiento de un chatbot depende en gran medida del tamaño y la precisión de su base de datos. Cuanto mayor es el volumen de datos que el sistema puede procesar y analizar, mayor es la capacidad del chatbot para comprender y responder de manera adecuada a las diversas necesidades y consultas de los usuarios (Aleedy et al., 2022). Para que los chatbots logren este nivel de precisión y naturalidad en la comunicación, emplean tecnologías avanzadas de procesamiento de lenguaje natural (PLN). El PLN permite que las máquinas comprendan, analicen e interpreten el lenguaje humano, haciendo posible una interacción fluida entre el chatbot y el usuario.

La evolución de los chatbots ha sido notable desde sus primeros desarrollos. Eliza, considerado el primer chatbot, fue creado en 1966 para simular un psicoterapeuta, seguido de Parry, en 1972, y Alice, en 1995. Estos sistemas sentaron las bases para la aparición de asistentes virtuales o chatbots modernos, tales como SmarterChild, Apple Siri, Amazon Alexa, IBM Watson, Microsoft Cortana y Google Assistant (Reis et al., 2018), que han integrado mejoras en PLN y bases de datos más extensas. Con el progreso de la tecnología, los chatbots actuales no solo se han optimizado para dar respuestas coherentes, sino que también son capaces de identificar y adaptarse a las necesidades emocionales y sociales de los usuarios, convirtiéndose en herramientas clave para la interacción humano-computadora en el ámbito educativo, empresarial y doméstico (Adıgüzel et al., 2023).

2. Método

Esta investigación se enmarca en un enfoque cualitativo, utilizando la revisión sistemática como metodología principal. La elección de este método se justifica por la necesidad de comprender cómo los chatbots y los asistentes virtuales se emplean para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que exige una exploración detallada y organizada de la literatura existente. La revisión sistemática es especialmente adecuada para identificar, evaluar y sintetizar las investigaciones disponibles sobre un

tema específico y proporcionar una visión integral y una evidencia consolidada (Grant y Booth, 2009).

El estudio se diseñó siguiendo el reciente protocolo de la declaración PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*), que establece nuevos estándares para la identificación, selección y evaluación rigurosa de estudios (Page et al., 2021). Este enfoque permite una evaluación exhaustiva y estructurada de la literatura existente, asegurando la inclusión de estudios relevantes y confiables que respondan a las preguntas de investigación planteadas.

2.1. Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos académicas Web of Science (WOS) y SCOPUS, reconocidas por su relevancia en el ámbito de las ciencias sociales, así como por su amplio acceso a publicaciones científicas de alta calidad y su cobertura internacional, lo que proporciona una perspectiva global y completa del tema de estudio. La búsqueda se llevó a cabo el 20 de septiembre de 2024.

En la tabla 1 se muestran las cadenas de búsqueda empleadas en cada base de datos, así como el número de referencias arrojadas a partir de las palabras clave «chatbot», «conversational agent», «virtual assistant» y «classroom». La búsqueda de información se filtró por tipo de documento «artículo», con el propósito de asegurar la rigurosidad científica de la investigación al ser evaluados por pares, y se restringió a los últimos cinco años (2020-2024).

Tabla 1. Cadenas de búsqueda y referencias según la base de datos

Base de Datos	Cadenas de búsqueda	Ítems
WOS -Core collection- (Emerging Sources Citation Index (ESCI)--2005-present	(TS=("chatbot") OR TS=("conversational agent") OR TS=("assistant virtual") AND TS=("classroom"))	868
SCOPUS	(TITLE-ABS-KEY (chatbot) OR TITLE-ABS-KEY(conversational agent) OR TITLE-ABS-KEY(virtual assistant) AND TITLE-ABS-KEY(classroom))	116

2.2. Criterios de inclusión y exclusión

Para determinar la elegibilidad de los estudios, se definieron criterios de inclusión y exclusión específicos.

Los criterios de inclusión son:

- CI1: artículos empíricos revisados por pares en revistas científicas.
- CI2: estudios escritos en inglés o español.
- CI3: investigaciones que aborden directamente el uso de los chatbots en el proceso de aprendizaje en el aula presencial.
- CI4: los participantes deben ser estudiantes o docentes de cualquier etapa educativa.

Los criterios de exclusión empleados son:

- CE1: artículos teóricos de revisión, ensayos o editoriales.
- CE2: estudios escritos en cualquier idioma distinto al inglés o el español.
- CE3: estudios cuyo foco no sea el tema de interés.
- CE4: sin acceso al documento completo.
- CE5: cualquier otro tipo de participantes que no sean estudiantes o docentes.
- CE6: investigaciones que no contextualicen el proceso de aprendizaje en el aula presencial.
- CE7: investigaciones que no identifiquen los chatbots utilizados o, en su defecto, el *software* para su creación.

2.3. Proceso de selección

Una vez introducidos los descriptores especificados, se obtuvieron un total de 984 referencias (figura 1) y se descartaron 14 de ellas por duplicación. A partir de este momento, el proceso de revisión se estructuró en dos fases. En la primera fase se revisó el título y el resumen para realizar el cribado de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión, descartando un total de 892 referencias. En la segunda fase se realizó una lectura completa de los 78 artículos derivados de la primera fase de los que, tras aplicar los criterios de exclusión, se descartaron 37 artículos. Finalmente, se seleccionaron 41 artículos para su revisión completa. La figura 1 muestra la

delimitación de los artículos para la revisión sistemática de la literatura utilizando el método PRISMA (Page et al., 2021).

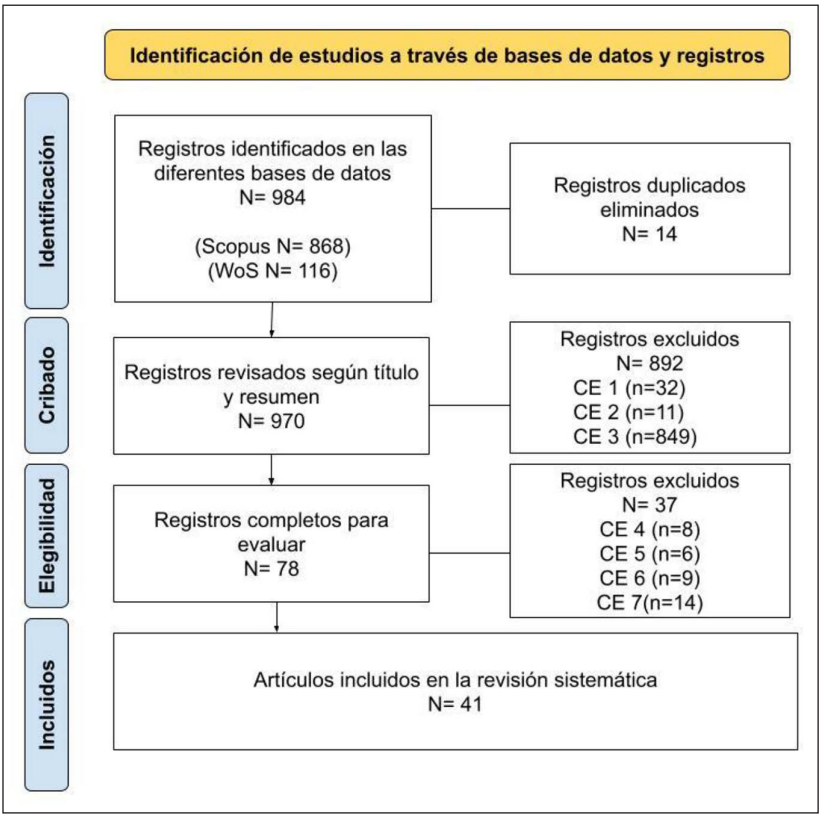

Figura 1. Diagrama de flujo: identificación de los estudios extraídos

3. Resultados

El proceso de revisión identificó 41 artículos[1] que cumplen con los criterios establecidos de inclusión y exclusión. En esta sección se presentan los resultados de las preguntas de investigación.

A partir de los datos recopilados, se evidencia que las intervenciones educativas que incorporan chatbots y asistentes con-

1. La lista de referencias de los artículos analizados está disponible en https://docs.google.com/document/d/1zTOF9-F2i5pgxZbSuMZFQKgoFwrjnjvQ/edit?usp=sharing&ouid=104156569513381899795&rtpof=true&sd=true

versacionales se han implementado en diversos niveles educativos con el objetivo de optimizar el proceso de aprendizaje. Así, para dar respuesta a la primera pregunta de investigación, a continuación se indican las intervenciones desarrolladas en cada etapa educativa y los chatbots o asistentes virtuales utilizados.

En Educación Primaria se han registrado tres intervenciones. El agente conversacional Aisla con Amazon Lex fue empleado para realizar tareas que mejoraran el nivel A2 de inglés escrito y oral de los estudiantes. El chatbot Kids Ask fomentó habilidades de pensamiento divergente para formular preguntas e IA SdSL actitudes científicas a partir del tema de la luz y la refracción.

En Educación Secundaria se han desarrollado cuatro intervenciones. Fenbotum (My sciencebot) facilitó el aprendizaje sobre la materia y sus cambios de estado, mientras que Kibot pa y Kibot expert asistieron en la comprensión de ecosistemas marinos locales. Por otro lado, los chatbots Microsoft Xiaoying y Mass Transit Railway(MTR) se emplearon para desarrollar habilidades de comunicación y conversacionales en inglés.

También se ha identificado una intervención que abarca tanto Primaria como Secundari; en ella se ha empleado el chatbot Ellie como apoyó la expresión oral en inglés.

En educación superior se identificaron 29 intervenciones, por lo que se ha aplicado una amplia variedad de chatbots con diferentes objetivos. Principalmente se emplearon para el apoyo en el aprendizaje de idiomas, con el uso de los chatbots Tutor Mike, Alex, ChatGPT, MALLIE, Andy English Chatbot, CoolE Bot, Duolingo, Mondly, Andy, Xiaowen y otros chatbots específicos del contexto japonés, y para el entrenamiento en programación y computación con los chatbots ProbSol-Bot, Python-Bot y Snatchbot para programar sus propios chatbots. También se utilizaron GenIA y ChatGPT para abordar contenidos específicos de psicología, medicina y física, ReadMate promovió habilidades de lectura estratégica y el desarrollo de un chatbot a través de Flow.ai brindó retroalimentación formativa continua.

En un programa de doctorado se empleó ChatGPT como apoyo a la escritura académica.

El agente conversacional Metalogue ECA promovió habilidades metacognitivas para la toma de decisiones en negociaciones de estudiantes adultos, mientras que Gengobot ayudó a estu-

diantes de formación vocacional en el desarrollo de competencias básicas en el idioma japonés.

Finalmente, se han identificado dos intervenciones orientadas a la formación docente. Utilizaron ChatGPT con una doble función: formar a los docentes en el reconocimiento del uso de esta herramienta por parte del estudiantado y para la propia evaluación de los trabajos. En otro caso, el chatbot Argumate sirvió de apoyo para diseñar «lessons plan».

Para abordar la segunda y tercera preguntas de investigación, se presenta la tabla 2, que recopila los chatbots empleados en las intervenciones educativas analizadas. Esta tabla ofrece una visión detallada de su aplicación en el proceso de aprendizaje y de las implicaciones pedagógicas resultantes de su uso.

Tabla 2. Implementación e Implicaciones pedagógicas de los chatbots y asistentes conversacionales

Chatbot	Aprendizaje implementado	Implicación pedagógica
Aisla	Aprendizaje basado en tareas.	Favorece la práctica del inglés a través de actividades escritas y habladas, útil para estudiantes con menos exposición al idioma.
Alex	Competencia lingüística en inglés.	Mejora la competencia en lengua extranjera.
Andy English Chatbot	Comunicación oral en inglés.	Mejora la fluidez, coherencia y precisión en el habla mediante interacciones dinámicas en inglés.
Argumate	Aprendizaje basado en debates, aprendizaje colaborativo, experiencial, interactivo y afectivo.	Mejora de la motivación y desempeño en habilidades de argumentación. Ayuda a diseñar actividades para la enseñanza del inglés. Favorece la participación cognitiva y afectiva en un ambiente sin estrés.
Bo	Participación y sentido de pertenencia.	Entorno seguro para la interacción, maximización de participación en línea (en el aula presencial).
ChatGPT	Evaluación formativa, autoedición y mejora de la escritura, expresión oral en aula invertida, tutorías, escritura académica y autoaprendizaje, apreciación literaria, terminología médica.	Asistencia en autoedición y evaluación, desarrollo de habilidades en escritura formal, fomenta la confianza, promueve la autoevaluación y el autoaprendizaje. Mejora en comprensión y retención de términos médicos.

Chatbot	Aprendizaje implementado	Implicación pedagógica
CoolE Bot	Habilidades comunicativas en inglés.	Aumento significativo en habilidades de expresión oral.
Duolingo, Mondly, Andy	Aprendizaje autodeterminado en inglés.	Refuerzan la competencia lingüística y la autonomía.
Ellie	Expresión oral en inglés.	Promueve la participación y éxito en tareas de conversación en inglés.
Fenbotum	Aprendizaje de ciencias (materia y estados).	Experiencia positiva en aprendizaje en línea.
Flow.ai	Retroalimentación formativa continua.	Motivación intrínseca, reducción de carga cognitiva.
GenAI	Aprendizaje autorregulado y escritura académica.	Experiencia de aprendizaje personalizada, desarrollo de estrategias de escritura.
Gengobot	Habilidades básicas de japonés.	Aprendizaje autónomo, soporte en vocabulario básico.
Google Assistant y Action	Competencias de diseño en ingeniería.	Fortalece las habilidades de diseño de productos al facilitar la práctica de obtención de información relevante en el proceso.
IA SdSL	Actitudes y rendimiento en ciencias.	Aumento del interés y logro en ciencias, apoya a estudiantes con menor nivel de logro.
Kibot pa y Kibot expert	Aprendizaje colaborativo.	Promueve la colaboración y el aprendizaje entre pares al actuar como tutor o experto.
Kids Ask	Pensamiento divergente y formulación de preguntas.	Fomento de la creatividad y conductas exploratorias.
MALLIE	Habilidades de inglés: hablar, escuchar, escribir y leer.	Actividades interactivas y personalizadas para habilidades de lenguaje.
Mass Transit Railway	Aprendizaje autorregulado.	Refuerza la motivación intrínseca y fomenta la autonomía en el aprendizaje con soporte docente.
Metalogue ECA	Habilidades metacognitivas en negociación.	Desarrollo de autoeficacia y autorregulación, mejora de habilidades interpersonales.
Microsoft Xiaoying	Comunicación en inglés oral y pronunciación.	Práctica de pronunciación y gramática oral, mejora de precisión.
ProbSol-Bot	Aprendizaje de programación.	Asistencia virtual, aprendizaje centrado en el estudiante, soporte continuo sin el profesor.
Python-Bot	Programación en Python.	Simplificación de lógica de programación, mejora de habilidades en programación.

Chatbot	Aprendizaje implementado	Implicación pedagógica
ReadMate	Lectura estratégica y autorregulada.	Superación de desafíos en lectura, aplicación de estrategias de lectura.
Sin nombre. Google Dialogflow y Microsoft Bot Framework	Microaprendizaje en informática.	Aumenta la motivación intrínseca y el rendimiento en sistemas numéricos, con énfasis en la elección y valor percibido.
Sin nombre. En GitHub	Comprensión teórica.	Responde a preguntas y recolecta *feedback* para mejorar el aprendizaje, favoreciendo la comprensión autónoma y apoyo constante.
Snatchbot	Competencia digital.	Motiva el aprendizaje de programación y uso creativo de IA, fomentando la satisfacción y la competencia digital.
Storybot	Comprensión lectora y lectoescritura.	Aumento de participación lectora, aprendizaje contextualizado en L2.
TalkAI, SpeakG, Wenxin Yiyan, Xunfei Xinghuo	Compromiso académico en inglés como segunda lengua (EFL).	Fomenta el compromiso conductual, cognitivo y emocional en el aprendizaje del inglés.
Termbot	Terminología médica.	Mejora en comprensión y retención de términos médicos.
Tutor Mike	Aprendizaje de inglés como segunda lengua.	Reducción de ansiedad, práctica de escritura en L2.
Virtual Integrated Patient	Comunicación en contextos clínicos.	Refuerzo de contenido médico y aumento de competencia y confianza en toma de antecedentes.
Watson Assistant	Química y sostenibilidad.	Ayuda en la selección y refinamiento de ideas para tareas de escritura.
Xiaowen	Aprendizaje de vocabulario chino.	Mejora el rendimiento en vocabulario con mayor efectividad en entornos uno a uno.

4. Conclusión

La revisión de 41 artículos confirma que el uso de chatbots y asistentes virtuales en el aula enriquece el proceso de aprendizaje en distintas etapas educativas, desde primaria hasta el doctorado.

En Primaria y Secundaria se han aplicado chatbots principalmente para reforzar habilidades lingüísticas y científicas, aunque además promueven la personalización del aprendizaje y el pensamiento crítico y divergente. En educación superior se observa

una mayor diversidad en el uso de chatbots. Herramientas como ChatGPT (chatbot más empleado), ProbSol-Bot y GenIA han sido integradas para apoyar la escritura académica, la programación y la autoevaluación, facilitando una retroalimentación formativa constante y potenciando la autoeficacia y la autonomía del estudiante. En este contexto, los chatbots han demostrado ser particularmente útiles para el aprendizaje autodirigido, lo que permite a los estudiantes trabajar a su propio ritmo y recibir apoyo continuo sin la intervención directa del docente.

Los chatbots y asistentes virtuales utilizados en la formación docente, como ChatGPT y Argumate, revelan el potencial de estas herramientas para mejorar las prácticas pedagógicas, capacitando a los educadores en el diseño de actividades interactivas y de aprendizaje colaborativo.

En términos de implicaciones pedagógicas, la revisión evidencia que los chatbots contribuyen a mejorar el compromiso y la participación activa de los estudiantes, así como a reducir la carga cognitiva en la adquisición de nuevos conocimientos. Además, fomentan un entorno de aprendizaje seguro y accesible, particularmente valioso en contextos educativos presenciales y virtuales. No obstante, para maximizar su efectividad, es necesario que estas intervenciones se complementen con la enseñanza presencial y se adapten a las capacidades y contexto específico de cada nivel educativo.

5. Bibliografía

Adıgüzel, T., Kaya, M. H. y Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. *Contemporary Educational Technology*, *15*(3), ep429. https://doi.org/10.30935/cedtech/13152

Aleedy, M., Atwell, E. y Meshoul, S. (2022). Using AI Chatbots in Education: Recent Advances Challenges and Use Case. En *Artificial Intelligence and Sustainable Computing: Proceedings of ICSISCET 2021* (pp. 661-675). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1653-3_50

Annamalai, N., Eltahir, M. E., Zyoud, S. H., Soundrarajan, D., Zakarneh, B. y Al Salhi, N. R. (2023). Exploring English language learning via Chabot: A case study from a self-determination theory perspecti-

ve. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *5*, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100148

Ciechanowski, L., Przegalinska, A., Magnuski, M. y Gloor, P. (2019). In the shades of the uncanny valley: An experimental study of human–chatbot interaction. *Future Generation Computer Systems*, *92*, 539-548. https://doi.org/10.1016/j.future.2018.01.055

Clarizia, F., Colace, F., Lombardi, M., Pascale, F. y Santaniello, D. (2018). Chatbot: An education support system for student. En A. Castiglione, F. Pop, M. Ficco y F. Palmieri (Eds.), *Cyberspace safety and security*, (pp. 291-302). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01689-0_23

Esiyok, E., Gokcearslan, S. y Kucukergin, K. G. (2024). Acceptance of Educational Use of AI Chatbots in the Context of Self-Directed Learning with Technology and ICT Self-Efficacy of Undergraduate Students. *International Journal of Human–Computer Interaction*, *41*(1), 641-650. https://doi.org/10.1080/10447318.2024.2303557

Grant, M. J. y 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://dx.doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzalff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. A., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... y Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, *74*(9), 790-799. https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016

Reis, A., Paulino, D., Paredes, H., Barroso, I., Monteiro, M. J., Rodrigues, V. y Barroso, J. (2018). Using intelligent personal assistants to assist the elderlies an evaluation of amazon Alexa, Google Assistant, Microsoft Cortana, and Apple Siri. In *2018 2nd international conference on technology and innovation in sports, health and wellbeing (TISHW)* (pp. 1-5). IEEE. https://doi.org/10.1109/TISHW.2018.8559503

6

Gamificación adaptativa y diseño de juegos educativos con inteligencia artificial

Carmen Oliveros Cabrera
Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid, España

Introducción

La educación actual se enfrenta a la imperiosa necesidad de integrar innovaciones tecnológicas para mantener el interés y la motivación de los estudiantes. La gamificación adaptativa, en combinación con la inteligencia artificial (IA), ha surgido como una solución transformadora que convierte el proceso educativo en una experiencia interactiva, personalizada y estimulante. Este enfoque se basa en la incorporación de mecánicas y dinámicas de juego en los entornos educativos, transformando las tareas cotidianas en actividades lúdicas y atractivas que se adaptan a las necesidades y niveles de competencia de cada estudiante.

La gamificación adaptativa utiliza la IA para analizar en tiempo real el progreso y las preferencias de los estudiantes y ofrecer desafíos y recompensas personalizadas que fomentan un sentido constante de logro y motivación. Este capítulo examina las diversas formas en que la gamificación adaptativa puede implementarse en la educación, sus beneficios y presenta un estudio de caso de Napkin AI, una herramienta innovadora que emplea la IA para organizar y visualizar ideas y promueve la creatividad y el aprendizaje personalizado. A través de este análisis, se subraya cómo la combinación de la gamificación adaptativa y la IA puede transformar los métodos de enseñanza, proporcionando ex-

periencias de aprendizaje dinámicas, atractivas y efectivas que preparan mejor a los estudiantes para los desafíos del futuro.

1. Marco teórico: gamificación adaptativa y diseño de juegos educativos con IA

La gamificación adaptativa es una estrategia innovadora que integra mecánicas y dinámicas de juego en contextos educativos para incrementar la motivación y el compromiso de los estudiantes ajustándose a sus necesidades y niveles de competencia. Este enfoque se basa en la psicología del juego para transformar tareas cotidianas en experiencias interactivas y atractivas personalizando la experiencia para cada estudiante (Gee, 2003). La gamificación adaptativa emplea la inteligencia artificial (IA) para analizar el progreso y las preferencias de los estudiantes y ajustar los desafíos y recompensas en tiempo real (Poveda et al., 2023).

1.1. Formas de gamificación adaptativa en la educación

La gamificación adaptativa motiva a los estudiantes a través de recompensas por tareas completadas, tablas de clasificación y activos digitales coleccionables. Estas estrategias, ajustadas por IA según el rendimiento, incrementan la motivación y crean un sentido de logro continuo (Kapp, 2012).

Una de las formas más efectivas de gamificación adaptativa es la implementación de sistemas de recompensas por completar tareas específicas. Los estudiantes pueden ganar puntos, insignias o acceso a contenido exclusivo al completar actividades académicas, con la IA ajustando la dificultad y las recompensas según el desempeño individual (Zichermann y Cunningham, 2011). Estas recompensas no solo motivan a los estudiantes para cumplir con sus deberes, sino que también crean un sentido de logro y progreso continuo. Por ejemplo, plataformas como Khan Academy y Duolingo utilizan algoritmos para personalizar las recompensas y los retos, incentivando la práctica diaria y el avance en el aprendizaje (Duolingo, s.f.; Khan Academy, s.f.).

Asimismo, las tablas de clasificación introducen un elemento de competencia amistosa en el entorno educativo, adaptándose a

diferentes niveles de habilidad. Al mostrar el progreso y los logros de los estudiantes en comparación con sus pares, estas tablas pueden incentivar a los estudiantes a esforzarse más y a mejorar su rendimiento académico (Landers y Landers, 2014). Además, la IA puede segmentar estas tablas por niveles de competencia, asegurando que todos los estudiantes compitan en condiciones justas y motivadoras.

Por otro lado, los activos digitales coleccionables, como insignias y trofeos, pueden servir como reconocimientos tangibles de los logros de los estudiantes. Estos activos no solo actúan como símbolos de éxito, sino que también pueden desbloquear recursos adicionales o brindar ventajas en el proceso de aprendizaje (Werbach y Hunter, 2012). Además, la IA puede personalizar los activos para reflejar los intereses y logros específicos de cada estudiante, haciendo que los premios sean más significativos y motivadores.

1.2. Beneficios de la gamificación adaptativa en educación

La gamificación adaptativa incrementa el compromiso de los estudiantes al hacer el aprendizaje más interactivo y ajustado a sus necesidades individuales, lo que mejora la retención y aplicación de conocimientos (Hamari et al., 2014; Kulik y Fletcher, 2016). Este enfoque fomenta tanto la motivación intrínseca como la extrínseca, creando un entorno de aprendizaje enriquecedor que incentiva la participación continua (Papastergiou, 2009).

Además, desarrolla habilidades blandas esenciales como la colaboración, la resolución de problemas y el pensamiento crítico (Johnson et al., 1998) y proporciona retroalimentación inmediata y personalizada, lo que permite a los estudiantes ajustar sus estrategias de aprendizaje en tiempo real (Barata et al., 2013).

La gamificación adaptativa aumenta el compromiso mediante elementos de juego como puntos y recompensas, ajustados dinámicamente por IA según el progreso individual y mantiene a los estudiantes desafiados sin abrumarlos (Heeter et al., 2011; Rovai, 2002). Este enfoque transforma actividades educativas rutinarias en experiencias agradables y estimulantes, reduciendo la intimidación asociada con métodos tradicionales (Deterding et al., 2011).

Fomenta un sentido de comunidad a través de funciones colaborativas como foros y equipos virtuales, mejorando el am-

biente de aprendizaje y enseñando habilidades sociales (Anderson y Dill, 2000; Smart Sparrow, s.f.). Los juegos educativos permiten aplicar conocimientos en escenarios prácticos, lo que consolida la comprensión y desarrollando habilidades prácticas (Papastergiou, 2009; Hamari et al., 2014).

Finalmente, promueve la autonomía y autorregulación, permitiendo a los estudiantes avanzar a su propio ritmo y tomar decisiones sobre su aprendizaje, facilitado por IA, que ofrece opciones personalizadas (Poveda et al., 2023).

2. Método: aplicaciones de la gamificación adaptativa en la educación

La gamificación adaptativa respaldada por inteligencia artificial (IA) transforma el aprendizaje en una experiencia interactiva y personalizada mediante elementos de juego como recompensas, tablas de clasificación y activos digitales coleccionables que fomentan la motivación, la competencia y el reconocimiento (Poveda et al., 2023).

2.1. Recompensas por tareas completadas

Los estudiantes reciben puntos, insignias y acceso a contenido exclusivo por alcanzar metas académicas, lo que fomenta un sentido de logro y compromiso (Zichermann y Cunningham, 2011). La IA adapta dinámicamente estas recompensas para mantener el interés y promueve el esfuerzo continuo mediante un sistema de niveles y retos progresivos (Hamari et al., 2014). Este enfoque optimiza la experiencia educativa al ofrecer incentivos significativos y relevantes.

2.2. Tablas de clasificación

Las tablas de clasificación introducen un elemento de competencia amistosa en el entorno educativo. Al mostrar el progreso y los logros de los estudiantes en comparación con sus pares, estas tablas pueden incentivarles para esforzarse más y mejorar su rendimiento académico (Landers y Landers, 2014). Ver su nombre

en lo alto de una tabla de clasificación puede ser una gran motivación para los estudiantes.

Esto no solo les proporciona un objetivo tangible para trabajar, sino que también les da un sentido de reconocimiento y logro. La inteligencia artificial puede personalizar estas tablas para diferentes grupos de estudiantes y así asegurar que todos compitan en un nivel adecuado a sus habilidades y progreso (Papastergiou, 2009).

Las clasificaciones generales comparan el rendimiento académico general de todos los estudiantes y proporcionan una visión global de su desempeño. Por otro lado, las clasificaciones por curso destacan a los mejores estudiantes en un curso específico, permitiendo identificar a quienes sobresalen en determinadas materias.

Además, las clasificaciones por habilidades evalúan a los estudiantes en competencias específicas, como matemáticas, ciencias o idiomas, y ofrecen una evaluación detallada de sus fortalezas en áreas particulares del conocimiento (Kulik y Fletcher, 2016).

2.3. Activos digitales coleccionables

Insignias, certificados y trofeos virtuales actúan como símbolos de reconocimiento y pueden desbloquear recursos adicionales o ventajas educativas (Werbach y Hunter, 2012). Estos activos digitales, almacenados en carteras individuales, también ofrecen valor práctico como evidencia de logros ante empleadores o instituciones académicas.

2.4. Implementación y adaptación con IA

La integración de la IA permite que los sistemas de gamificación se adapten dinámicamente al progreso y necesidades de cada estudiante, ajustando recompensas, tablas de clasificación y activos digitales coleccionables en tiempo real para ofrecer una experiencia personalizada y motivadora (Heeter et al., 2011). Además, proporciona retroalimentación constante que ayuda a identificar fortalezas y áreas de mejora, combinando incentivos con desafíos para crear un entorno educativo gratificante (Smart Sparrow, s.f.). La gamificación adaptativa, respaldada por la IA, transforma la educación al motivar a los estudiantes, fomentar la competencia

y reconocer logros de manera significativa (Poveda et al., 2023). Con el avance tecnológico, seguirá siendo clave en la creación de entornos de aprendizaje dinámicos y efectivos (Kapp, 2012).

2.5. Ejemplos prácticos de gamificación adaptativa en educación

Una plataforma educativa innovadora puede otorgar puntos por tareas completadas que los estudiantes canjean por recompensas personalizadas gracias a la inteligencia artificial (IA) (Deterding et al., 2011). Estas recompensas, adaptadas a sus intereses y necesidades, incluyen materiales avanzados, guías personalizadas, tiempo extra para exámenes y acceso a eventos especiales, lo que fomenta la motivación y el compromiso.

La IA ajusta recompensas y tablas de clasificación según criterios como curso o habilidades específicas, promoviendo competencia equitativa y motivadora (Poveda et al., 2023). Además, activos digitales como certificados, insignias y trofeos, almacenados en carteras digitales, reflejan logros académicos y habilidades blandas y sirven como herramientas de reconocimiento ante empleadores o instituciones (Werbach y Hunter, 2012). Estos elementos no solo impulsan el aprendizaje, sino que también refuerzan la superación personal y la colaboración (Papastergiou, 2009).

3. Resultados: innovación en la educación a través del caso de Napkin AI

Napkin AI representa una de las innovaciones más destacadas en el ámbito educativo que aprovecha la inteligencia artificial para optimizar la creatividad, la productividad y la personalización del aprendizaje. Esta herramienta se distingue por su capacidad para organizar y visualizar ideas de manera intuitiva facilitando la estructuración y comprensión de conceptos complejos. A continuación, se analizan las características y beneficios de Napkin AI en el contexto educativo, enlazando su potencial con los principios de gamificación adaptativa y el uso de la inteligencia artificial en la educación discutidos anteriormente.

3.1. Organización y validación de ideas

Napkin AI permite a los usuarios organizar sus ideas en un formato visualmente atractivo, lo cual facilita la comprensión y el análisis de información compleja. Esta característica es especialmente útil en entornos educativos donde los estudiantes deben sintetizar grandes cantidades de información y desarrollar proyectos creativos (Mindmappingsoftwareblog.com, 2024). La capacidad de Napkin AI para estructurar ideas de manera lógica y coherente ayuda a los estudiantes a visualizar mejor sus pensamientos y a conectar conceptos de manera efectiva. Este enfoque se alinea con la metodología de gamificación adaptativa, ya que convierte el proceso de aprendizaje en una experiencia más interactiva y atractiva. Al igual que la gamificación utiliza recompensas y desafíos para motivar a los estudiantes, Napkin AI transforma la organización de ideas en un juego donde cada conexión y descubrimiento proporciona una sensación de logro.

3.2. Personalización del aprendizaje

Una de las principales ventajas de Napkin AI es su capacidad para personalizar la experiencia de aprendizaje. La aplicación utiliza algoritmos avanzados para adaptar el contenido y las sugerencias a las necesidades y preferencias individuales de cada estudiante (FutureofKM, 2023). Esta personalización asegura que los estudiantes reciban recomendaciones y recursos que sean relevantes para su progreso académico, aumentando así la eficacia del aprendizaje. La personalización dinámica proporcionada por Napkin AI es un ejemplo claro de cómo la IA puede enriquecer la gamificación adaptativa, ajustando desafíos y recompensas en tiempo real para mantener el interés y la motivación de los estudiantes. Este aspecto es fundamental en la educación moderna, donde se busca adaptar el contenido educativo a las capacidades y estilos de aprendizaje individuales.

3.3. Fomento de la creatividad

Napkin AI estimula la creatividad al permitir a los estudiantes explorar y visualizar ideas de manera interactiva y dinámica, promoviendo nuevas formas de pensamiento y solución de pro-

blemas (Toolify.ai, s.f.). Este enfoque convierte el aprendizaje en una experiencia más atractiva, donde la retroalimentación inmediata y la obtención de recompensas digitales refuerzan el compromiso y la participación activa (Frasca, 2017). La herramienta inspira tanto la innovación como el esfuerzo continuo, haciendo del proceso educativo una actividad envolvente y motivadora.

3.4. Integración y ejemplos de uso en la educación superior

La flexibilidad de Napkin AI permite su integración con otras plataformas y herramientas educativas, como Khan Academy y Minecraft: Education Edition, ampliando así las posibilidades de uso de la herramienta. Esta interoperabilidad facilita a los educadores la incorporación de Napkin AI en diversas actividades y proyectos educativos (Khan Academy, s.f.; Minecraft: Education Edition, s.f.), creando un entorno de aprendizaje más cohesivo y eficiente. La capacidad de Napkin AI para interactuar con otras aplicaciones es esencial en la gamificación adaptativa, ya que permite la creación de experiencias de aprendizaje ricas y multifacéticas personalizadas para cada estudiante. Por ejemplo, los estudiantes pueden utilizar Napkin AI para organizar sus ideas antes de comenzar una lección en Khan Academy o planificar un proyecto en Minecraft: Education Edition.

En el ámbito de la educación superior, Napkin AI ha demostrado ser una herramienta valiosa para la investigación y el desarrollo de proyectos académicos. Estudiantes y profesores pueden utilizar la aplicación para mapear ideas, planificar investigaciones y visualizar datos complejos (Swacha, 2021). En cursos de ciencias sociales, los estudiantes pueden usar Napkin AI para organizar y analizar datos cualitativos, mientras que en disciplinas científicas, la herramienta puede ayudar a planificar experimentos y visualizar resultados. Este uso de Napkin AI en la educación superior ilustra cómo la tecnología de IA puede apoyar la gamificación adaptativa al proporcionar herramientas avanzadas que facilitan el aprendizaje y la investigación de manera personalizada y eficiente. La aplicación de Napkin AI en contextos académicos permite a los estudiantes ganar puntos y desbloquear niveles a medida que completan tareas de investigación, haciendo que el proceso sea más motivador y estructurado.

4. Discusión y conclusión

La gamificación adaptativa potenciada por la inteligencia artificial se presenta como una estrategia revolucionaria para transformar la educación. Al integrar elementos de juego, como recompensas, tablas de clasificación y activos digitales coleccionables, y al adaptar estas experiencias a las necesidades individuales de los estudiantes, la gamificación adaptativa no solo aumenta la motivación y el compromiso, sino que también mejora significativamente el rendimiento académico y el desarrollo de habilidades blandas esenciales. Herramientas innovadoras como Napkin AI ilustran cómo la tecnología puede facilitar la organización de ideas, fomentar la creatividad y proporcionar una experiencia de aprendizaje personalizada y dinámica. La capacidad de la IA para analizar el progreso en tiempo real y ajustar los desafíos y recompensas asegura que cada estudiante reciba el apoyo necesario para alcanzar su máximo potencial. A medida que la tecnología continúa avanzando, es esencial seguir explorando y adoptando enfoques innovadores como la gamificación adaptativa y herramientas como Napkin AI para crear entornos educativos más atractivos y efectivos. Con el apoyo continuo de la IA, la educación puede evolucionar hacia un modelo más interactivo, personalizado y estimulante, beneficiando a estudiantes y educadores por igual.

5. Bibliografía

Anderson, C. A. y Dill, K. E. (2000). Video games and aggressive thoughts, feelings, and behavior in the laboratory and in life. *Journal of Personality and Social Psychology*, *78*(4), 772.

Barata, G., Gama, S., Jorge, J. y Gonçalves, D. (2013). Engaging engineering students with gamification. En *2013 5th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)* (pp. 1-8). IEEE.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. y Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". En *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). ACM.

Duolingo (s. f.). Recuperado de https://es.duolingo.com/

Frasca, F. (2017). *How to use games to make kids smarter*. HarperCollins.
FutureofKM. (2023, 23 de junio). *Unleashing creativity and productivity with napkin.ai: A revolutionary note-taking tool*. Medium. https://futureofkm.medium.com/unleashing-creativity-and-productivity-with-napkin-ai-a-revolutionary-note-taking-tool-954b3ede6d42
Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, *1*(1), 20-20.
Hamari, J., Koivisto, J. y Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. En *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025-3034). IEEE. 10.1109/HICSS.2014.377
Heeter, C., Lee, Y. H., Medler, B. y Magerko, B. (2011). Beyond player types: gaming achievement goal. En *CHI'11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2391-2396). ACM.
Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (1998). Cooperative learning returns to college: What evidence is there that it works? *Change: The Magazine of Higher Learning*, *30*(4), 26-35. https://doi.org/10.1080/00091389809602629
Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
Khan Academy (s. f.). Recuperado de https://www.khanacademy.org/
Kulik, J. A. y Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. *Review of Educational Research*, *86*(1), 42-78.
Landers, R. N. y Landers, A. K. (2014). An empirical test of the theory of gamified learning: The effect of leaderboards on time-on-task and academic performance. *Simulation & Gaming*, *45*(6), 769-785.
Mindmappingsoftwareblog.com (2024). How Napkin inspires you to explore your ideas - visually. Recuperado de https://mindmappingsoftwareblog.com/napkin-interview/
Minecraft: Education Edition (s.f.). Recuperado de https://education.minecraft.net/en-us/get-started
Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, *52*(1), 1-12.
Poveda, D. F., Limas-Suárez, S. J., & Cifuentes, J. E. (2023). *La gamificación como estrategia de aprendizaje en la educación superior*. *Educación y Educadores*, *26*(1). https://doi.org/10.5294/edu.2023.26.1.2
Rovai, A. P. (2002). Building sense of community at a distance. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, *3*(1), 1-16.

Smart Sparrow (s. f.). Recuperado de https://www.smartsparrow.com/
Swacha, J. (2021). *State of Research on Gamification in Education: A Bibliometric Survey*. *Education Sciences, 11*(2), 69. https://doi.org/10.3390/educsci11020069
Toolify AI. (s. f.). The ultimate Napkin review: The perfect note app for your memory. Toolify AI. https://www.toolify.ai/gpts/the-ultimate-napkin-review-the-perfect-note-app-for-your-memory-327701
Werbach, K. y Hunter, D. (2012). *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press.
Zichermann, G. y Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media, Inc.

7

Aplicaciones de la IA en la educación especial y la neurodiversidad

Irene García Sánchez
Daniel Álvarez Ferrándiz
Juan Carlos Armenteros Mayoral
Liliana Muñoz Moreno
Universidad de Granada, Granada, España

Introducción

Desde su concepción, en la segunda mitad del siglo XX, las definiciones que se han propuesto sobre inteligencia artificial (en adelante IA) han ido orientando el funcionamiento y desarrollo de lo que hoy entendemos por un conjunto de tecnologías inteligentes compuesto de soporte lógico (*software*) y soporte físico (*hardware*). Aquellas definiciones no siempre aportaron suficiente precisión técnica, sin embargo, el impacto actual de la IA y la relevancia que ocupa en lo cotidiano obliga a buscar mayor precisión y regulación para un futuro inminente. La Ley de Inteligencia Artificial de la Unión Europea, primera regulación a nivel mundial que entró en vigor en enero de 2025, sienta las bases normativas para el ámbito europeo, estableciendo en primer lugar qué es inteligencia artificial.

La UE define la IA como un sistema basado en máquinas que realizan tareas que normalmente requeriría de inteligencia humana. Estos sistemas están diseñados para operar con autonomía, con capacidad de adaptarse, generar predicciones, contenido, recomendaciones o tomar decisiones que pueden influir tanto en entornos físicos como virtuales. Operan mediante el entrenamiento de gran cantidad de datos con posibilidad de hacer supervisiones a gran escala, realizar numerosas tareas de for-

ma competente, integrarse en sistemas o aplicaciones para servir en una variedad de propósitos de uso directo o para la integración de otros sistemas de IA (Ley de Inteligencia Artificial de la Unión Europea, 2023).

La réplica de la inteligencia humana a procesos computacionales ha conducido al desarrollo de sistemas que simulan procesos cognitivos integrados en programas o máquinas que imitan capacidades asociadas a seres inteligentes. Son sistemas isomorfos que, a partir de los datos que se le proporcionan, representan y procesan el conocimiento para ofrecer respuestas inteligentes mediante razonamiento simbólico o subsimbólico, reconocimiento de patrones o diversas formas de procesamiento lógico (Anchundia Loor et al., 2024) aplicando técnicas de las que se destacan el *Machine Learning* o *Deep Learning*, desarrolladas más adelante.

Sirviendo de apoyo lo definido, un sistema de IA será aquel *software* capaz de aprender, razonar y/o modelar el entorno, incluyendo al ser humano (Sierra, 2024). Aun así, la variedad de definiciones no ha terminado de precisar la complejidad, por la constante evolución de la IA, ni tampoco de frenar la multitud de interpretaciones, aplicaciones y desafíos éticos por el catálogo de riesgos que acecha en el potencial de esta tecnología. Es por esto que tampoco ha tardado en reafirmarse un enfoque humanista, propuesto en el Consejo de Beijing (UNESCO, 2019), y comprometiendo el uso y desarrollo responsable de la IA controlado y centrado en las personas. Con esta perspectiva, la educación es un entorno propicio para aprovechar las ventajas transformadoras de la IA dirigidas a la mejora del desarrollo de capacidades y habilidades del ser humano, así como la sostenibilidad del entorno y conexión con la realidad social.

Aunque la presencia de sistemas o herramientas basados en IA supone contar con la capacitación docente e institucional, el empleo de esta tecnología favorece la integración tecnológica en las aulas y oportunidades de mejora en el contexto educativo y en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Anchundia Loor et al., 2024). Algunos estudios sistemáticos comienzan a ofrecer resultados favorables en la aplicación de técnicas inteligentes dentro del ámbito educativo (niveles de Educación Primaria, Secundaria y universitaria), coincidiendo en funciones de predicción, identificación, rendimiento y recomendación para la solu-

ción de problemas dinámicos (Forero-Corba y Negre Bennasar, 2024). La relevancia de estas aplicaciones es la comprensión del ecosistema concibiendo una cartografía de productividad y efectividad de los procesos de enseñanza-aprendizaje, proporcionando mejoras en las habilidades docentes, predicción o identificación de debilidades y fortalezas en los estudiantes, así como estimulando su progreso académico o apoyar campos de investigación educativa (Sierra, 2024). Estas posibilidades abren la oportunidad real de adaptar procesos educativos de forma personalizada, hacer más accesible el contenido, según las necesidades y ritmos, promoviendo a su vez un entorno más equitativo e inclusivo, sobre todo, y en beneficio de estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo (en adelante NEAE); es decir, aquellos que tienen demandas específicas para acceder o participar plenamente en la actividad formativa debido a discapacidades físicas, sensoriales, cognitivas, emocionales, como también, influencias ambientales o sociales (Anchundia Loor et al., 2024; Martín Lozano y Sánchez-García, 2024).

Acorde a los propósitos que establece la Agenda 2030, la integración inteligente de recursos tecnológicos en el ámbito de la educación garantiza tanto la optimización de procesos productivos como el alcance de una educación más inclusiva y equitativa.

1. Marco teórico

1.1. Neurodiversidad y su importancia en el contexto educativo

A finales del siglo XX surge un nuevo enfoque en la educación basado en el análisis de las capacidades del cerebro que reconoce que la investigación educativa y neurociencia deben ir de la mano para que los avances en la comprensión del cerebro influyan directamente en las prácticas educativas. De este enfoque emergió la neurodidáctica, que utiliza el conocimiento de las funciones cerebrales para desarrollar diferentes estrategias de enseñanza (Pinto, 2021). Se trata de una rama de la pedagogía, arraigada al estudio de las neurociencias, que ofrece un nuevo enfoque en las estrategias didácticas y metodologías persiguiendo su eficiencia mediante el fomento de un desarrollo cerebral óptimo y aprendizaje sig-

nificativo. Esta disciplina pretende mejorar los procesos educativos, convirtiendo la educación tradicional en un proceso innovador de enseñanza-aprendizaje que tiene en cuenta las adaptaciones neurológicas únicas de los individuos y su influencia en la adquisición de conocimientos y habilidades (Paniagua, 2013).

Durante los últimos años se ha suscitado un enorme interés por encontrar nexos de unión entre la neurodidáctica y la inclusión educativa (Figueroa et al., 2021), lo que ha llevado a la delimitación del concepto de neurodiversidad. Dicho término, las variaciones neurológicas, incluidas el autismo, la dislexia, el TDAH y otras condiciones, son variaciones inherentes al cerebro humano que deben ser reconocidas y aceptadas como cualquier otra forma de diversidad humana (Singer, 2022). La neurodiversidad abarca el rango de funcionamiento neurocognitivo que comprende, tanto a los individuos que son neurodivergentes, es decir, cuyo funcionamiento neurocognitivo se desvía significativamente del rango normativo, como a aquellos que son neurotípicos, o sea, aquellos que caen dentro de ese rango socialmente aceptado. El movimiento por la neurodiversidad aboga por los derechos de las personas neurodivergentes, promoviendo un marco que valora y abarca todo el espectro de diferencias y defendiendo principios como la inclusión y la autonomía (Kapp, 2020). Asimismo, la neurodiversidad es un concepto «revolucionario», ya que introduce una visión radicalmente nueva del mundo que contempla una variedad de cerebros, los cuales ocurren de manera natural, en lugar de la antigua e inexacta visión binaria de normalidad versus anormalidad (Baron-Cohen, 2023).

Considerar la neurodiversidad en el sistema educativo es crucial, puesto que fomenta la inclusión y acceso a una educación equitativa. Según Aguirre Aldana y Sánchez López (2024), la educación inclusiva se define como la práctica de posibilitar la participación de todo el alumnado, independientemente de sus cualidades, características socioeconómicas y culturales, dentro de un mismo entorno educativo. Esto no solo beneficia a los estudiantes neurodivergentes, también enriquece el ambiente educativo en general, fomentando la empatía, la comprensión y la aceptación de la diversidad (Kapp, 2020). Además, al reconocer y valorar la neurodiversidad, los educadores pueden identificar y potenciar las fortalezas únicas de cada educando, mejorando el rendimiento académico y contribuyendo en el desarrollo de una

autoestima positiva y el bienestar emocional de los estudiantes (Fernández Llantén, 2024). Un sistema educativo que valora la neurodiversidad prepara a la sociedad a desenvolverse mejor en el mundo, realidad compuesta de diversidad, donde las personas deben aprender a interactuar y colaborar con semejantes que piensan y funcionan de multitud de maneras (Singer, 2022).

1.2. Diseño de planes educativos personalizados, adecuación didáctica y personalización del aprendizaje

La personalización del aprendizaje se convierte en una prioridad fundamental que persigue asegurar la respuesta eficaz a las necesidades, capacidades e intereses individuales. La atención a las demandas educativas neurodivergentes conduce, en muchos casos, a segregar a estos estudiantes en programas especiales, reducir el nivel académico exigido o suponer una carga desproporcionada para el profesorado o las instituciones. Estas condiciones no permiten la inclusión y calidad educativa de estos estudiantes, afectando a su desarrollo integral y bienestar emocional. Con relación a esta situación, Mas García y Jorda (2023) identifican un conjunto de obstáculos que contribuyen a su permanencia:

- Desconocimiento del docente de las variaciones neurológicas, distintas tipologías, procesos de inclusión y conocimiento sobre las características de estudiantes con NEAE.
- Desconocimiento sobre el proceso de comprensión y construcción del conocimiento en estudiantes con NEAE.
- Falta de respuesta del sistema educativo a las necesidades de este tipo de estudiantes.
- Competencia digital docente insuficiente para garantizar la inclusión y calidad educativa del estudiantado con NEAE mediante recursos tecnológicos.

El diseño de planes educativos personalizados (en adelante PEP) ha tomado gran relevancia en los últimos años debido a la necesidad de proporcionar una educación inclusiva y equitativa. El PEP es una herramienta de planificación que se diseña a partir del informe psicopedagógico, tanto individual como grupal, y en ella se estructuran de manera secuencial y cronológica los aprendizajes que se implementarán en el aula (Vega Ochoa et al.,

2023). La enseñanza virtual, plataformas educativas digitales, impresión en 3D, realidad aumentada, realidad virtual e inteligencia artificial, entre otros, son algunas aplicaciones tecnológicas que, mediante su integración en el aula, persiguen la inclusión de todo el alumnado para proporcionar una experiencia más significativa y eficaz. Las ventajas que se conciben son el acceso y participación de todos los estudiantes, independientemente de las características individuales. También la adaptación de materiales de enseñanza-aprendizaje a diversos niveles y disciplinas o como la presentación de contenidos mediante experiencias multidisciplinares, inmersivas y enriquecedoras. El uso de tecnologías educativas ha facilitado la implementación del PEP al proporcionar herramientas que permiten el seguimiento y la adaptación en tiempo real. Plataformas como ClassDojo y Google Classroom, entre otras, ofrecen recursos personalizables que se ajustan al ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante. Los programas de aprendizaje adaptativo y el análisis de datos educativos son elementos clave para personalizar el contenido y proporcionar retroalimentación continua, lo que mejora el compromiso y el rendimiento de los estudiantes (Pane et al., 2017).

Con relación a este enfoque, la integración de la IA en el contexto educativo despierta mayores expectativas de inclusión y optimización por la capacidad de las técnicas en las que se basa, optimismo que se alimenta de resultados favorables en la aplicación de estas tecnologías inteligentes alineados también con los principios de la neurodidáctica y los objetivos del diseño universal de aprendizaje (Anchundia Loor et al., 2024; Forero-Corba y Negre Bennasar, 2024; Sierra, 2024; Garg y Sharma, 2020). El diseño de rutas de aprendizaje adaptadas para potenciar el desarrollo integral de cada estudiante y ofrecer oportunidades educativas en función de su ritmo y nivel de competencia (Tomlinson, 2017) pueden ser ventajas para la optimización de la enseñanza, facilitar a cada estudiante el proceso de aprendizaje y proporcionar el progreso en el aula en general. La diferenciación pedagógica enfatiza en la importancia de adaptar el contenido, los procesos y los productos del aprendizaje a las características individuales de los estudiantes (Tomlinson, 2017), pudiendo potenciarse con sistemas basados en IA.

En la actualidad, el ámbito educativo genera gran cantidad de datos en los que puede apoyarse y desplegarse la inteligencia ar-

tificial. Como ya se ha comentado, el procesamiento lógico de datos y reconocimiento de patrones que realizan los sistemas de IA, la capacidad de identificar deficiencias en estudiantes, entidades o sistemas educativos para la elaboración de estrategias o la solución de problemas e incluso su abordaje (Anchundia Loor et al., 2024; Sierra, 2024) pueden llevar a solventar algunos de los principales obstáculos ya citados, por ejemplo:

- Sistemas de IA que reúnan el conocimiento específico sobre métodos, naturaleza o características sociales, cognitivas y de aprendizaje de colectivos vulnerables para la elaboración de estrategias didácticas y metodológicas personalizadas (Anchundia Loor et al., 2024).
- Diseño y aplicación de métodos y recursos mediante IA para adaptaciones a NEAE, adquisición de conocimientos, habilidades y ayuda en el progreso académico (Forero-Corba y Negre-Bennasar, 2024; Sierra, 2024).
- Empleo de sistemas de IA para la orientación en la toma de decisiones (Dellepiane y Guidi, 2023), así como en la elaboración de políticas que enmarquen el reconocimiento y aceptación de la diversidad humana.

La personalización del aprendizaje se basa en la adaptación de objetivos educativos, los cuales deben ser específicos, medibles, alcanzables, relevantes y limitados en el tiempo para asegurar un seguimiento y ajuste continuo del plan según el progreso del estudiante (Locke y Latham, 2019). Esta intención no está exenta de desafíos y riesgos. Uno de los principales obstáculos es la desigualdad en el acceso a los recursos tecnológicos, especialmente en contextos de bajos ingresos. Además, es importante abordar las consideraciones éticas: 1) aquellas relacionadas con la privacidad y el uso de datos para garantizar que la personalización no conduzca a la estigmatización o etiquetado de estudiantes con dificultades específicas (Selwyn, 2022) y 2) la toma de conciencia del potencial de la tecnología por el alcance de la inteligencia artificial en el diseño de estrategias o condiciones eficaces e inclusivas a nivel educativo, su influencia en la resolución de problemas o los riesgos relacionados con la vulneración de los derechos humanos (Dellepiane y Guidi, 2023).

1.3. Identificación y prevención de NEAE mediante IA

La IA actualmente aspira a complementar a la inteligencia humana en el desarrollo de actividades a través de entrenamientos con bases de datos conocidos como *Machine Learning* (en adelante, ML), los cuales utilizan algoritmos para predecir o tomar decisiones basadas en las bases de datos (Dresser y Kohn, 2023). El ML, también conocido como aprendizaje automático, es una de las ramas de la IA que ha experimentado un mayor desarrollo en los últimos años. Esta técnica se apoya en algoritmos que permiten realizar predicciones basadas en el análisis y procesamiento de grandes volúmenes de datos; sin embargo, la implementación de estas tecnologías en el ámbito educativo, si bien promete mejorar el rendimiento académico, también puede generar una nueva brecha entre los estudiantes, exacerbando desigualdades preexistentes (Forero-Corba y Negre Bennasar, 2024). El uso de ML se aplica en la identificación de las NEAE como también en diversas áreas médicas.

Otro de los principales enfoques más relevantes para el desarrollo de la IA es el *Deep Learning* (en adelante, DL). Consiste en redes neuronales artificiales y utiliza grandes cantidades de datos para su entrenamiento. Esta técnica permite la rápida identificación de los diferentes trastornos que pueden desarrollar los estudiantes con NEAE, así como una intervención temprana (Cooper, 2022; Dresser y Kohn, 2023).

En el caso de trastornos como el TEA, la combinación del análisis del genoma y su relación con el metabolismo del cerebro, junto el análisis de la actividad cerebral permite, mediante IA, identificar los genes asociados a dicha patología. La neuroimagen genética analizada por medio del DL no solo permite identificar el riesgo de ciertos genes en el desarrollo del trastorno, sino que también posibilita conocer la posible variante. Esta técnica de IA, conocida como red neuronal convolucional, interpreta biomarcadores cerebrales mediante capas de normalización, capas totalmente conectas y capas de agrupación (Nisar y Haris, 2023).

El DL puede aplicarse también en el aula para el análisis de desórdenes neurobiológicos como la disgrafía, que se caracteriza por una escritura errática compuesta por trazos irregulares e inclinados, así como por una escritura lenta y una mala postura a

la hora de la escritura; suele diagnosticarse alrededor de los 5 años y muestra una tendencia ascendente en cuanto a prevalencia. Similar a la identificación del TEA, el DL, a través de redes neuronales convolucionales, clasifica la escritura infantil para detectar la presencia de disgrafía. Estas evaluaciones se han digitalizado, permitiendo su realización en dispositivos como *tablets* (Vilasini et al., 2022).

Con la IA se persigue favorecer procesos de inclusión educativa, facilitar una educación libre de discriminación y categorización y promover un entorno seguro y accesible para el alumnado. Además de reducir el esfuerzo de las instituciones y sus agentes sociales más cercanos.

2. Conclusión

A lo largo de este capítulo hemos explorado el potencial transformador de la IA en la educación con un enfoque particular en su capacidad para abordar las necesidades de los estudiantes con NEAE. A través de la personalización de la enseñanza y el apoyo al diagnóstico temprano, la IA se presenta como una herramienta poderosa para la equidad y la inclusión educativa. Sin embargo, la implementación de la IA en la educación plantea importantes desafíos que no pueden ignorarse. Es fundamental que los docentes reciban la capacitación necesaria para integrar de manera efectiva y ética estas tecnologías en sus prácticas docentes. Asimismo, debe garantizarse que todos los estudiantes, independientemente de su origen socioeconómico, tengan un acceso equitativo a los beneficios que la IA puede ofrecer.

La neurodiversidad nos invita a considerar la educación desde una perspectiva inclusiva, reconociendo y valorando las diferencias cognitivas y adaptando las metodologías a todos los estudiantes. En resumen, si bien la IA ofrece oportunidades prometedoras para mejorar la educación, siendo su implementación reflexiva y orientada a garantizar el bienestar y la inclusión de todos los educandos, adquiere, en este proceso de integración tecnológica, no solo inteligencia artificial, también requiere destacables capacidades humanas, como la responsabilidad, sensibilidad y compromiso educativo tanto de docentes, instituciones educativas, políticas y sociedad en general, que se reflejen en el

interés y resultado de un desarrollo social cohesionado y humanizado.

3. Bibliografía

Aguirre Aldana, L. y Sánchez López, J. (2024). Salud mental y neurodiversidad en contextos clínicos educativos. En J. Farfán, L. Velasco y R. Guede (Eds.), *Estrategias para la transferencia de conocimiento y la innovación educativa: usos y aplicaciones de tecnologías innovadoras en la docencia* (pp. 586-598). Dykinson. https://acortar.link/l4iBwb

Anchundia Loor, M. A., Quishpe Loor, A. E., Quishpe Loor, G. V., Mendoza Intriago, L. A. y Paredes Escobar, D. R. (2024). Beneficios y Riesgos de la Inteligencia Artificial para Estudiantes con Necesidades Educativas Especiales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(1), 5239-5258. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9856

Baron-Cohen, S. (2023). *The pattern seekers: How autism drives human invention*. Basic Books.

Cooper, M. (2022). Reducing special education costs by providing early intervention for autistic children. *Behavioral Interventions*, *37*(2), 397-414. https://doi.org/10.1002/bin.1839

Dellepiane, P. y Guidi, P. (2023). La Inteligencia Artificial y la educación: Retos y oportunidades desde una perspectiva ética. *Question/Cuestión*, *3*(76), e859. https://doi.org/10.24215/16696581e859

Dresser, L. P. y Kohn, M. A. (2023). Artificial Intelligence and the Evaluation and Treatment of Stroke. *Delaware Journal of Public Health*, *9*(3). https://doi.org/10.32481/DJPH.2023.08.014

Fernández Llantén, C. A. (2024). *Impacto de las Iniciativas de Inclusión y Apoyo a la Neurodiversidad en la Experiencia Académica y el Desarrollo Integral de los Estudiantes Neurodiversos en la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT)*. (Proyecto de Integración Maestría en Gerencia de Proyectos). Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología (ULACIT). https://hdl.handle.net/20.500.14230/11105

Figueroa, R., Bernál, M. y Thorné, R. (2021). La neurodidáctica como elemento primordial en la formación inclusiva docente. *Revista Boletín Redipe*, *10*(11), 126-144. https://doi.org/10.36260/rbr.v10i11.1522

Forero-Corba, W. y Negre Bennasar, F. (2024). Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: una re-

visión sistemática. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 27*(1), 209-253. https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37491

Garg, S. y Sharma, S. (2020). Impact of Artificial Intelligence in Special Need Education to Promote Inclusive Pedagogy. *International Journal of Information and Education Technology, 10*(7), 523-527. https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.7.1418

Kapp, S. K. (2020). *Autistic community and the neurodiversity movement: Stories from the frontline.* Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-8437-0

Locke, E. A. y Latham, G. P. (2019). *New developments in goal setting and task performance.* Routledge. https://n9.cl/w5sfg

Martín Lozano, I. y Sánchez-García, A. B. (Coords.) (2024). *Una educación inclusiva y de calidad: ideas y estrategias para seguir avanzando*. Ediciones Universidad de Salamanca. https://doi.org/10.14201/0AQ0366

Mas García, V. y Jorda, T. (2023). Diversidad funcional y tecnologías en el ámbito educativo: Análisis del estado del arte. *REIDOCREA, 12*(20), 261-270. https://dx.doi.org/10.30827/Digibug.82319

Nisar, S. y Haris, M. (2023). Neuroimaging genetics approaches to identify new biomarkers for the early diagnosis of autism spectrum disorder. *Molecular Psychiatry, 28*(12), 4995-5008. https://doi.org/10.1038/s41380-023-02060-9

Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., Hamilton, L. S. y Pane, J. D. (2017). *Continued progress: Promising evidence on personalized learning.* RAND Corporation. https://doi.org/10.7249/RR1365

Paniagua, M. (2013). Neurodidáctica: una nueva forma de hacer educación. *Fides et Ratio, Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 6*(6), 72-77. https://acortar.link/LBPphg

Pinto, C. (2021). La neurociencia para la inclusión en contextos pluriculturales. *Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad, 7*(1), 1-8. https://doi.org/10.17561/riai.v7.n1.1

Selwyn, N. (2022). *Education and technology: Key issues and debates* (3rd ed.). Bloomsbury Publishing.

Sierra, C. (2024). *El papel de la Inteligencia Artificial en la evaluación de la investigación.* CSIC - Unidad de Recursos de Información Científica para la Investigación (URICI). http://doi.org/10.20350/DIGITALCSIC/16379

Singer, J. (2022). *Neurodiversity: The birth of an idea.* Amazon Digital Services. https://lc.cx/FflqwR

Tomlinson, C. A. (2017). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed.). ASCD. https://n9.cl/sxuf3

UNESCO (2019). *Beijing consensus on artificial intelligence and education.* https://n9.cl/0eo1j

Unión Europea. (2024). *Reglamento (UE) 2024/1689 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial (Reglamento de Inteligencia Artificial)*. Diario Oficial de la Unión Europea. https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2024-81079

Vega Ochoa, B., Malca Torrejón, C. y Moya Tello, V. (2023). *Orientaciones para la evaluación psicopedagógica y elaboración del informe y Plan Educativo Personalizado.* Ministerio de Educación de Perú. https://n9.cl/dgpha

Vilasini, V., Banu Rekha, B., Sandeep, V. y Charan Venkatesh, V. (2022). Deep Learning Techniques to Detect Learning Disabilities Among children using Handwriting. En *2022 Third International Conference on Intelligent Computing Instrumentation and Control Technologies (ICICICT)* (pp. 1710-1717). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICICICT54557.2022.9917890

8

Ética y sesgos en la inteligencia artificial educativa

María Bueno Guerrero
Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la educación al permitir una personalización del aprendizaje sin precedentes y optimizar procesos educativos, como la evaluación automática y el análisis de datos. Sin embargo, esta transformación también plantea desafíos éticos, especialmente en lo que respecta a la equidad, privacidad y transparencia de los sistemas. La implementación de IA en la educación puede, inadvertidamente, reproducir o incluso amplificar desigualdades debido a sesgos en los datos y algoritmos.

Este capítulo explora cómo ha evolucionado la IA en el ámbito educativo, desde sus primeras aplicaciones hasta sus usos actuales, y profundiza en los dilemas éticos que surgen al integrarla en las aulas. Dado que la IA permite analizar patrones de aprendizaje y adaptar los contenidos a las necesidades individuales, se destaca la importancia de desarrollar marcos éticos y regulatorios que garanticen un uso justo y seguro de esta tecnología. Con un enfoque ético adecuado, la IA tiene el potencial de mejorar significativamente el sistema educativo, promoviendo un aprendizaje inclusivo y equitativo.

1. Marco teórico: ética y sesgos en la inteligencia artificial educativa

En las últimas décadas, la inteligencia artificial (IA) ha demostrado su capacidad transformadora en el ámbito educativo, facilitando experiencias de aprendizaje altamente personalizadas y optimizando los procesos pedagógicos. Desde los primeros experimentos en la década de 1950, los investigadores han aspirado a crear sistemas que no solo emulan el razonamiento humano, sino que también proporcionen asistencia efectiva a estudiantes y docentes. El desarrollo de herramientas como los sistemas de tutoría inteligente y el programa LOGO representó un avance significativo en la personalización del aprendizaje, posibilitando interacciones adaptativas y desafiando los paradigmas tradicionales de enseñanza.

El desarrollo de la IA en la educación ha avanzado significativamente desde los años 90, mejorando la personalización y retroalimentación en el aprendizaje. No obstante, su uso plantea desafíos éticos y técnicos, como la protección de datos, la equidad en el acceso y la transparencia en los algoritmos. Es crucial que las instituciones adopten un enfoque ético riguroso para mitigar los sesgos en los modelos de IA evitando que refuercen desigualdades y afecten la equidad educativa. Garantizar un uso responsable permitirá aprovechar sus beneficios sin comprometer la justicia y la inclusión.

Para maximizar los beneficios de estas tecnologías y mitigar sus riesgos, resulta imprescindible desarrollar marcos regulatorios con políticas de transparencia que eviten la perpetuación de desigualdades y aseguren un entorno de aprendizaje inclusivo y seguro para que la IA pueda continuar desempeñando un papel crucial como herramienta que potencie las capacidades humanas en lugar de reemplazarlas, favoreciendo una educación más equitativa y adaptada a las necesidades individuales.

1.1. Inteligencia artificial en educación

Los primeros experimentos en la utilización de la IA en educación surgieron a mediados del siglo XX. Investigadores comenzaron a explorar cómo las computadoras podrían simular procesos de razonamiento humano con el objetivo de desarrollar sistemas

capaces de apoyar el aprendizaje y la resolución de problemas. En esta etapa, la IA estaba enfocada en imitar el comportamiento cognitivo estableciendo las bases para sistemas educativos que no solo asistieron a los estudiantes, sino que también promovieron una experiencia de aprendizaje interactiva (Vorecol, 2024).

El desarrollo de los sistemas de tutoría inteligente marcó un avance significativo en la educación mediada por IA. Un ejemplo clave es el programa LOGO de Seymour Papert, diseñado para enseñar a los estudiantes a programar computadoras de forma interactiva. LOGO permitía que los estudiantes resolvieran problemas mediante la manipulación de comandos para dirigir una «tortuga» gráfica, sentando las bases para lo que hoy conocemos como enseñanza adaptativa. Este enfoque rompió con el modelo tradicional de enseñanza unidireccional y permitió una mayor personalización del aprendizaje (UNESCO, 2021).

1.2. Impacto de la web y el crecimiento de los sistemas de IA educativa

La web 1.0, en la década de 1990, influyó en la evolución de la IA en la educación, aunque su carácter estático limitaba la interacción y la retroalimentación en tiempo real (Innted, 2024). Sin embargo, sentó las bases para avances posteriores. En las décadas de 1980 y 1990, los sistemas de tutoría inteligente comenzaron a expandirse, empleando aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural para personalizar la enseñanza (LINC Learning, 2023).

Uno de los hitos clave de este período fue la evaluación automatizada del progreso estudiantil, optimizando la corrección de tareas y exámenes. Desde los años 2000, la IA se ha integrado en juegos educativos y simulaciones, creando experiencias de aprendizaje dinámicas que fomentan la participación y comprensión de los estudiantes (Porayska-Pomsta et al., 2024).

En la última década, el uso de la IA en la educación se ha enfocado en el aprendizaje adaptativo, que ajusta el contenido y las estrategias pedagógicas en función de los datos de cada estudiante en tiempo real, permitiendo un aprendizaje personalizado (Yin et al., 2024). Además, el análisis de *big data* educativo ha facilitado la identificación de patrones y tendencias que mejoran las decisiones pedagógicas basadas en evidencia.

Hoy en día, la IA sigue transformando la educación con innovaciones como la tutoría virtual, la realidad aumentada y la evaluación automatizada. Estas herramientas no solo mejoran la personalización del aprendizaje, sino que también están comenzando a revolucionar la forma en que los estudiantes interactúan con los contenidos educativos (Chamoli Falcón, 2024).

Se espera que en el futuro la IA desempeñe un papel aún más central en la educación y que mejore no solo la personalización del aprendizaje, sino también la equidad y la accesibilidad, asegurando que todos los estudiantes puedan beneficiarse de estas tecnologías independientemente de su contexto socioeconómico.

La inteligencia artificial (IA) ha transformado la educación facilitando la interacción entre estudiantes, docentes y tecnología y optimizando los procesos de enseñanza (Álvarez, 2023).

1.3. Desafíos éticos en la IA educativa

Los sistemas de IA pueden reflejar sesgos en sus algoritmos si los datos de entrenamiento contienen prejuicios, lo que puede derivar en evaluaciones discriminatorias. Esto afecta especialmente a estudiantes de ciertos contextos socioeconómicos o culturales. Además, la educación no se basa solo en respuestas precisas, sino en el desarrollo del pensamiento crítico, una habilidad que la IA aún no puede replicar con exactitud (Alonso-Rodríguez, 2024).

La personalización del aprendizaje mediante IA depende en gran medida de la recopilación masiva de datos de los estudiantes. Esta práctica plantea serias preocupaciones sobre la protección de la privacidad y la seguridad de la información sensible de los alumnos. La velocidad y alcance de las tecnologías digitales agravan estos riesgos, aumentando la posibilidad de que los datos se utilicen de manera indebida o se filtren a terceros no autorizados. Es esencial que las instituciones educativas adopten medidas para proteger y mantener un entorno seguro (Sanmartín Ureña, 2024).

La integración de la IA en la educación también expone una de las problemáticas más significativas: la desigualdad en el acceso a la tecnología. No todos los estudiantes tienen las mismas oportunidades de acceder a dispositivos tecnológicos o conexiones de internet estables, lo que puede profundizar las brechas educativas ya existentes. Esta falta de acceso no solo impacta en el presente académico de los estudiantes, sino que también afec-

ta sus oportunidades futuras en el ámbito laboral o profesional (Padilla Caballero et al., 2023).

El uso excesivo de la IA en la educación puede dar lugar a una dependencia tecnológica, lo que podría obstaculizar el desarrollo de habilidades críticas y creativas en los estudiantes. La automatización de procesos y la inmediatez que ofrece la IA puede desincentivar el esfuerzo personal y la reflexión profunda, promoviendo un aprendizaje superficial (Lassi, 2022).

1.4. Tipos de sesgos en la IA educativa

El sesgo de representación se presenta cuando los datos empleados para entrenar los sistemas de IA no son representativos de la población a la que están destinados. Por ejemplo, un sistema de evaluación entrenado únicamente con datos de estudiantes urbanos podría presentar problemas al evaluar de manera justa a estudiantes de entornos rurales, cuyas condiciones de aprendizaje y contextos socioeconómicos son significativamente diferentes (Cruz Reyes et al., 2023).

Los sesgos de asociación ocurren cuando se establecen correlaciones espurias entre variables que llevan a conclusiones erróneas. En el ámbito educativo, esto puede suceder, por ejemplo, al asumir que existe una relación directa y exclusiva entre el rendimiento académico y el nivel socioeconómico, ignorando factores contextuales como la calidad de la enseñanza o las condiciones individuales de los estudiantes. Este tipo de sesgo puede reforzar estereotipos y afectar negativamente a los estudiantes de bajos ingresos.

Los sistemas de IA también pueden presentar sesgos de confirmación que se manifiestan cuando los algoritmos tienden a buscar y validar información que respalde las hipótesis o creencias preexistentes ignorando datos contradictorios o alternativos.

La falta de auditoría y transparencia en el diseño de estos algoritmos puede contribuir a la persistencia de decisiones sesgadas.

1.5. Propuestas para una implementación ética de la IA en educación

Los algoritmos no deben considerarse como verdades absolutas, sino como herramientas que complementan la labor del docente

que ayudan a optimizar el tiempo y los recursos sin deshumanizar el proceso educativo (Fenu et al., 2022).

Las instituciones educativas deben desarrollar y aplicar políticas claras y estrictas de protección de datos. La creación de marcos regulatorios que prioricen la privacidad de los estudiantes es esencial para prevenir el uso indebido de la información (FOMO) (Rudin, 2019).

Para reducir las brechas tecnológicas, se deben implementar programas que faciliten el acceso equitativo a las herramientas de IA. Esto podría incluir la provisión de dispositivos y conexiones a internet para estudiantes de bajos recursos, así como el desarrollo de infraestructuras digitales inclusivas (Porayska-Pomsta et al., 2024).

La IA debe utilizarse como una herramienta que potencie las capacidades humanas, no que las reemplace. Un enfoque humano-centrado promueve el uso de la IA para complementar las habilidades de pensamiento crítico, creatividad y resolución de problemas, garantizando que los estudiantes mantengan un rol activo en su propio proceso de aprendizaje. Volver al propósito original de la IA como apoyo a la enseñanza, sin caer en la automatización excesiva, es crucial para evitar una sobredependencia tecnológica que comprometa la calidad del aprendizaje (Guerra Jáuregui, 2024).

2. Método: implementación y aplicación efectiva de la IA

Para maximizar los beneficios de la IA en la educación, es esencial una implementación cuidadosa y estratégica. Esto implica el desarrollo de tecnologías inteligentes, la capacitación de educadores y la creación de políticas y regulaciones claras. La creación de tecnologías que incorporen principios pedagógicos eficaces y que puedan aplicarse en entornos educativos reales es crucial para el éxito de la IA en la educación (Luckin et al., 2016). Los docentes deben recibir formación adecuada sobre cómo integrar herramientas de IA en sus prácticas pedagógicas, incluyendo no solo el uso técnico de las herramientas, sino también estrategias para utilizar los datos generados por la IA para mejorar la enseñanza.

La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar profundamente la educación, ya que ofrece beneficios significativos en la personalización del aprendizaje, la automatización de tareas administrativas, el seguimiento y análisis del progreso estudiantil y el apoyo a estudiantes con discapacidades. Al adoptar un enfoque estratégico y ético en su implementación, podemos maximizar estos beneficios y crear un entorno educativo más inclusivo y eficaz para todos los estudiantes.

Para una implementación ética y equilibrada de la IA en la educación, es fundamental fomentar la interacción humana y el pensamiento crítico. Las instituciones deben promover actividades colaborativas y educar sobre el uso responsable de la tecnología. Asimismo, los desarrolladores deben garantizar algoritmos transparentes y justos. Abordar los desafíos éticos y prácticos permitirá aprovechar los beneficios de la IA sin comprometer un entorno educativo equitativo y centrado en el ser humano.

2.1. Aprendizaje personalizado y asistencia a estudiantes con requisitos especiales

La IA puede acelerar el aprendizaje personalizado al adaptar materiales y enfoques pedagógicos al nivel y estilo de aprendizaje de cada estudiante, quienes recibir asistencia específica que reduzca las tasas de abandono escolar. El análisis predictivo de datos de rendimiento y comportamiento estudiantil permite identificar a los estudiantes en riesgo y aplicar intervenciones personalizadas para mantenerlos motivados y enfocados en sus objetivos académicos (Yin et al., 2024).

2.2. Evaluación y retroalimentación eficientes

Los protocolos de evaluación impulsados por IA pueden evaluar conjuntos de habilidades de manera más eficiente y precisa, proporcionando retroalimentación personalizada a los estudiantes. Esto no solo ahorra tiempo a los educadores, sino que también mejora la calidad de la enseñanza al permitir una retroalimentación inmediata y específica. Sin embargo, es importante asegurar que estos sistemas sean precisos y justos para evitar errores educativos que puedan perjudicar a los estudiantes (UNESCO, 2023).

3. Resultados: desafíos y consideraciones éticas

Uno de los desafíos fundamentales en la implementación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo reside en la necesidad de garantizar la transparencia y la explicabilidad de los sistemas. Los algoritmos de aprendizaje automático (ML), que constituyen la base de numerosas herramientas de IA, frecuentemente producen resultados cuya lógica subyacente resulta opaca incluso para sus propios desarrolladores (Rudin, 2019). Esta falta de transparencia introduce un grado considerable de incertidumbre en la toma de decisiones por parte de los usuarios, lo cual puede erosionar la confianza en dichos sistemas. Por tanto, es crucial avanzar hacia el desarrollo de modelos de IA que sean más interpretables y accesibles, así como establecer programas de capacitación dirigidos a los usuarios para que comprendan tanto los resultados generados como las limitaciones inherentes a estas tecnologías (Terrones Rodríguez, 2022).

La protección y seguridad de los datos personales de estudiantes y docentes representan una preocupación crítica en el contexto de la IA educativa. Las plataformas digitales que recopilan datos, incluidos metadatos y contenido personal, deben gestionarse de manera ética y segura para garantizar la privacidad de los individuos (Komljenovic, 2021). Políticas robustas de protección de datos son fundamentales para asegurar un manejo adecuado de la información sensible y evitar su explotación en la economía digital (Birch et al., 2020). Además, la implementación de estándares internacionales y normativas claras sobre la privacidad resulta esencial para mantener la confianza de todos los actores involucrados.

La equidad y la justicia en los sistemas de IA constituyen imperativos éticos fundamentales, ya que dichos sistemas deben evitar cualquier forma de discriminación. Los sesgos inherentes a los datos empleados para entrenar los algoritmos pueden derivar en decisiones parciales que afecten desproporcionadamente a ciertos grupos de estudiantes. En consecuencia, es esencial que las decisiones automatizadas sean auditables y responsables, garantizando así la equidad en el acceso y el tratamiento, de modo que todos los estudiantes puedan beneficiarse de manera justa de las tecnologías educativas (Bulut et al., 2024). La implementación de evaluaciones y auditorías periódicas de los

sistemas de IA constituye una medida crucial para garantizar dicha equidad.

La implementación de IA en la educación implica costos significativos y requiere evidencia empírica antes de su adopción. Además, su uso excesivo podría afectar el desarrollo de habilidades sociales, por lo que es crucial un equilibrio. Este debate enfrenta posturas contrastantes sobre sus beneficios y desafíos, resaltando sus implicaciones éticas y prácticas.

4. Discusión y conclusión

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo presenta ventajas significativas, tales como la personalización del aprendizaje, el apoyo especializado para estudiantes con discapacidades y el potencial para disminuir las tasas de deserción escolar. No obstante, también introduce riesgos considerables, como el impacto negativo en la calidad pedagógica debido a una automatización excesiva, la perpetuación de sesgos algorítmicos y preocupaciones significativas en torno a la privacidad y seguridad de los datos.

Es imperativo abordar estos desafíos con rigor, garantizando que la implementación de la IA se realice de forma ética y responsable. Esto requiere el establecimiento de marcos normativos sólidos que protejan la privacidad de los individuos y aseguren la transparencia en los procesos algorítmicos. Además, es fundamental que la tecnología se considere un complemento al proceso educativo que preserve y fortalezca la interacción humana, la cual es esencial para el desarrollo de competencias socioemocionales y el pensamiento crítico.

5. Bibliografía

Alonso-Rodríguez, A. M. (2024). Hacia un marco ético de la Inteligencia Artificial en la educación. *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria, 36*(2), 79-98. https://doi.org/10.14201/teri.31821

Álvarez, H. A. (2023). *La Inteligencia Artificial como catalizador en la enseñanza de la historia: Retos y posibilidades pedagógicas*. *Revista Docentes 2.0, 16*(2). https://doi.org/10.37843/rted.v16i2.426

Birch, K., Chiappetta, M., & Artyushina, A. (2020). The problem of innovation in technoscientific capitalism: Data rentiership and the policy implications of turning personal digital data into a private asset. *Policy Studies*, *41*(5), 468-487. https://doi.org/10.1080/01442872.2020.1748264

Bulut, O., Beiting-Parrish, M., Casabianca, J. M., Slater, S. C., Jiao, H., Song, D., Ormerod, C. M., Fabiyi, D. G., Ivan, R., Walsh, C., Rios, O., Wilson, J., Yindirim-Erbasli, S. N., Wongvorachan, T., Liu, J. X., Tan, B. y Morilova, P. (2024). The rise of artificial intelligence in educational measurement: Opportunities and ethical challenges. *Chinese/English Journal of Educational Measurement and Evaluation*, *5*(3), 2024, article 3. https://doi.org/10.59863/MIQL7785

Cruz Reyes, L., Gómez Cruz, L., & Gómez Santillán, C. F. (2023). Caminos responsables: Hacia un futuro ético de la IA. *Komputer Sapiens*, *15*(3).

Chamoli Falcón, A. W., & Patiño García, L. V. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en la educación jurídica latinoamericana. *Aula Virtual*, *5*(12). https://doi.org/10.5281/zenodo.13286966

Fenu, G., Galici, R. y Marras, M. (2022). Experts' view on challenges and needs for fairness in artificial intelligence for education. En *Artificial Intelligence in Education* (pp. 243-255). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-11644-5_20

Guerra Jáuregui, M. (2024). *Principios éticos de la educación con Inteligencia Artificial (IA)*. Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación. https://observatorio.tec.mx/principios-eticos-de-la-educacion-con-inteligencia-artificial-ia/

Innted (2024). *Inteligencia Artificial y educación: desafíos éticos de su aplicación*. https://2023.innted.org/ponencia/inteligencia-artificial-y-educacion-desafios-eticos-de-su-aplicacion/

Komljenovic, J. (2021). Rentas de Datos y Educación Digital. Learning. *Media and Technology*, *46*(3), 324-335.

Lassi, A. (2022). Implicaciones éticas de la inteligencia artificial: Tecnologías y producción de noticias. *InMediaciones de la comunicación*, *17*(2). https://doi.org/10.18861/ic.2022.17.2.3334

LINC | Latinoamérica (Learning Innovation Catalyst). (2023, 14 de junio). *La ética y privacidad en la educación impulsada por la Inteligencia Artificial*. LinkedIn. https://es.linkedin.com/pulse/la-%C3%A9tica-y-privacidad-en-educaci%C3%B3n-impulsada-por-inteligencia

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

Padilla-Caballero, J. E. A., Naupay-Gusukuma, Á. M., Ruiz-Salazar, J. M., & Poma-García, C. R. (2023). *Habilidades investigativas universitarias del futuro: El papel de la inteligencia artificial*. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, *8*(Suplemento 2), 702-722. https://doi.org/10.35381/r.k.v8i2.2946

Porayska-Pomsta, K., Holmes, W. y Nemorin, S. (2024). *The ethics of AI in education*. arXiv preprint arXiv:2406.11842. https://arxiv.org/abs/2406.11842

Rudin, C. (2019). Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nature Machine Intelligence*, *1*(5), 206-215. https://doi.org/10.1038/s42256-019-0048-x

Sanmartín Ureña, R. C., Sanmartín Ureña, T. del C., Sanmartín Ureña, M. E., & Angamarca Alarcón, M. E. (2024). *Tecnología educativa innovadora: explorando la influencia del ChatGPT en la calidad el aprendizaje en el área de lengua y literatura*. *Revista InveCom*, *4*(2). https://doi.org/10.5281/zenodo.10680798

Terrones Rodríguez, A. L. (2022). *Inteligencia artificial sostenible y evaluación ética constructiva*. *Isegoría*, *67*, e10. https://doi.org/10.3989/isegoria.2022.67.10

UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.

Vorecol (2024). Ética y sesgos en algoritmos de Inteligencia Artificial aplicados a la educación: Desafíos y soluciones. https://vorecol.com/es/articulos/articulo-etica-y-sesgos-en-algoritmos-de-inteligencia-artificial-aplicados-a-la-educacion-desafios-y-soluciones-197715

Yin, Z., Chinta, S. V., Wang, Z., Gonzalez, M., & Zhang, W. (2024). FairAIED: Navigating fairness, bias, and ethics in educational AI applications [Preprint]. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.18745

9

Aplicaciones de la IA en la educación a distancia y el *e-learning*

Rocío Martín Guitart
Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España

Introducción

Uno de los grandes desafíos de la educación es la personalización del aprendizaje (OCDE, 2018). En este sentido, la educación a distancia y el *e-learning*, junto con el uso de las tecnologías emergentes, ofrecen un marco propicio para paliar esta situación, ofreciendo un contexto educativo moderno que contempla la adaptación de contenidos y estrategias a las necesidades individuales de cada estudiante, los sistemas de tutoría inteligente y los análisis de aprendizaje mediante el análisis del rendimiento y las necesidades del alumnado. Esta adaptación fomenta que el alumno pueda avanzar a su propio ritmo, tener acceso a una amplia gama de recursos, promueve la colaboración y participación activa y enriquece la experiencia de aprendizaje.

De este modo, la educación a distancia y *e-learning* se han postulado como una alternativa en las sociedades modernas frente al interés de expandir la educación y elevar el nivel educativo de grandes grupos humanos, según Mancera et al. (2020). Es, por tanto, necesario buscar soluciones tecnológicas que optimicen los procesos de enseñanza aprendizaje.

La integración de la inteligencia artificial tanto en la educación a distancia como el *e-learning* contribuye al desarrollo de sistemas y herramientas que permiten mejorar la personalización y el apoyo al aprendizaje.

1. Marco teórico

Los términos «educación a distancia» y «e-learning» se utilizan a menudo indistintamente; sin embargo, existen algunas diferencias clave entre ambos conceptos.

La educación a distancia es un método de enseñanza en el que los estudiantes y profesores están separados geográficamente y la instrucción se imparte a través de medios no presenciales (correo electrónico, teléfono, radio, televisión o cualquier otro medio de comunicación que permita la interacción entre el estudiante y el profesor).

El *e-learning* también es un proceso de educación a distancia, pero, a diferencia del anterior, en esta modalidad el alumno debe demostrar competencias y destrezas que fortalece a través del uso de las TIC y de internet con apoyo de la comunicación multidireccional (Marín-Díaz, 2019).

La inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo se utiliza para crear experiencias de aprendizaje más personalizadas y eficientes, mejorando tanto la enseñanza como el aprendizaje, pues permite realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como la resolución de problemas y la toma de decisiones (Blanco, 2024).

Mientras esta tecnología transforma radicalmente la educación, la UNESCO (2024) garantiza que su implementación se realice de manera ética y responsable, mejorando la accesibilidad, personalización y eficiencia del proceso educativo.

1.1. Globalización y acceso a la información

La globalización ha hecho que el conocimiento sea más accesible gracias a internet y las plataformas digitales al permitir a personas de todo el mundo acceder a educación de calidad sin las limitaciones geográficas, económicas y temporales de las aulas tradicionales, del mismo modo que ha fomentado la colaboración entre instituciones educativas de diferentes países, enriqueciendo los programas de estudio y permitiendo a los estudiantes interactuar con personas de diversas culturas (Bates, 2015).

Si la tecnología ha transformado radicalmente los entornos de aprendizaje, proporcionando nuevas herramientas y recursos,

necesitamos revaluar y adaptar las teorías de aprendizaje tradicionales para que sean relevantes en el contexto actual.

Las teorías tradicionales, como el conductismo, cognitivismo y constructivismo, se desarrollaron en un contexto predigital y, por ello, no contemplaban plenamente las dinámicas y posibilidades que ofrece la tecnología actual. Así, Siemens (2005) desarrolló la teoría del conectivismo, que enfatiza la importancia de las conexiones y las redes en el aprendizaje en la era digital, reconoce que la información proviene de diversas fuentes y es crucial para los estudiantes aprender a navegar y discernir entre diferentes tipos de contenido (Pérez y Gardey, 2022). Esta idea ha sido muy relevante para entender cómo las tecnologías digitales están transformando la educación.

1.2. La educación frente a la encrucijada de la globalización y la era digital

En el contexto de la cultura digital y los procesos globalizadores, la educación debe asumir un rol protagonista en la construcción de sociedades donde todos tengan acceso a oportunidades de aprendizaje de calidad.

Por otra parte, los docentes deben ser capaces de utilizar herramientas tecnológicas de manera didáctica, proponiendo estrategias innovadoras que promuevan la formación integral de los estudiantes.

Autores como Ahmad et al. (2021) destacan el potencial de la IA al permitir una mayor eficiencia y eficacia en la entrega de contenidos y la evaluación del aprendizaje. En este mismo sentido, la UNESCO (2024) señala que la inteligencia artificial puede desarrollar prácticas de enseñanza y aprendizaje innovadoras para un tipo de alumnado cada vez más diverso y globalizado y recomienda maximizar el potencial de la IA en el ámbito educativo haciendo especial énfasis en la ética y la efectividad mediante el desarrollo de métodos innovadores, evitar las desigualdades en el acceso al conocimiento, aprovechar las oportunidades y reconocer los desafíos de la IA e la educación, mejorar las capacidades humanas y proteger los derechos humanos. Propone una colaboración efectiva entre humanos y máquinas potenciando el desarrollo de valores y competencias para la vida y el trabajo.

1.3. Aplicaciones de la IA en la educación a distancia

La inteligencia artificial (IA) ofrece soluciones innovadoras que optimizan los procesos y mejoran la experiencia del estudiante:

- Tutores virtuales personalizados, que utilizan algoritmos avanzados para analizar los datos de aprendizaje de los estudiantes, identificar sus fortalezas y debilidades, y adaptar el contenido y la dificultad de las lecciones (Carbonell y Hernández, 2024).

  A partir del análisis de datos se crea un modelo que representa los conocimientos, habilidades y estilo de aprendizaje de cada estudiante y el sistema adapta el contenido y la dificultad de las lecciones para que sean alcanzables, además de recomendar recursos y actividades, diseñando trayectorias académicas personalizadas, optimizando el tiempo y los recursos del alumnado (Carbonell y Hernández, 2024).

  La IA también es capaz de crear contenido educativo, como preguntas de examen y actividades de forma automática, lo que permite a los docentes ahorrar tiempo y personalizar las evaluaciones.
- Evaluación automatizada: los sistemas de IA pueden evaluar de forma rápida y precisa tareas objetivas mediante algoritmos y un *software* adecuado, proporcionando retroalimentación instantánea y personalizada a los estudiantes.

  Al analizar las respuestas de los estudiantes, la IA puede identificar patrones de error comunes y proporcionar retroalimentación para mejorar el aprendizaje eliminando posibles sesgos humanos, lo que permite una educación más personalizada y efectiva (Hernández y Rodríguez, 2024).

  Gradescope, Turnitin o Edmentum son algunos ejemplos de herramientas de evaluación automatizada.
- Análisis de datos para mejorar la enseñanza para identificar estudiantes en riesgo de abandono y tomar medidas preventivas optimizando la asignación de recursos y mejorando la eficiencia de los procesos.

1.4. Aplicaciones de la IA en la educación *e-learning*

La primera característica del *e-learning* es la personalización del aprendizaje; al igual que en la educación a distancia, mediante

técnicas de *Machine Learning*, los algoritmos analizan los datos para identificar patrones y tendencias (Giannini, 2024).

Los chatbots educativos y asistentes virtuales utilizan procesamiento de lenguaje natural (NLP). Proporcionan soporte continuado a los estudiantes, respondiendo preguntas y proporcionando explicaciones adicionales sobre conceptos difíciles, recomendando recursos educativos basados en las necesidades individuales de cada estudiante (Bates, 2019).

IBM Watson Tutor, Duolingo o Ada son ejemplos de chatbots en la educación.

La realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) ofrecen experiencias inmersivas e interactivas que mejoran significativamente el proceso de aprendizaje. Mediante imágenes, vídeos y sonidos, la realidad aumentada proporciona a los estudiantes una experiencia inmersiva con ayuda de dispositivos como *smartphones*, tabletas y gafas especiales para favorecer la comprensión de conceptos complejos al tiempo que permite interactuar con el contenido educativo en tiempo real, lo que aumenta su compromiso y motivación (OpenAI, 2023).

La realidad virtual crea un entorno completamente simulado en el que los usuarios pueden sumergirse utilizando visores o cascos de realidad virtual, fomenta el aprendizaje activo de los estudiantes al permitir experimentar situaciones y resolver problemas en un entorno virtual (OpenAI, 2023).

Así, por ejemplo, Google Expeditions permite a los estudiantes realizar excursiones virtuales a lugares históricos, museos y entornos naturales. Labster ofrece laboratorios virtuales donde los estudiantes pueden realizar experimentos científicos en un entorno seguro y controlado. zSpace combina RA y RV para crear experiencias de aprendizaje inmersivas en áreas como la biología, la física y la ingeniería.

1.5. Implicaciones para la formación de docentes

La integración de la IA en la educación exige formación inicial y continua de los docentes.

La OCDE (2016), en su informe *AI in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*, menciona que la capacitación docente es fundamental para aprovechar al máximo las oportunidades que ofrece la IA en el aprendizaje, mien-

tras Bates (2019) enfatiza que la formación docente debe adaptarse para incluir el uso de tecnologías emergentes y la IA asegurando que los educadores tengan las competencias necesarias para implementarlas efectivamente en el aula. Por su parte, la UNESCO también ha discutido la necesidad de preparar a los educadores para el futuro señalando que la formación debe incluir competencias digitales y el uso de IA en el aula utilizando el pensamiento crítico para evaluar las ventajas y limitaciones y seleccionando las más adecuadas para cada contexto.

2. Método

Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura sobre los desafíos y las mejores prácticas en la educación a distancia y el aprendizaje en línea.

Para seleccionar los artículos se definieron varios criterios de inclusión. Respecto a la fecha de publicación, se han tenido en cuenta principalmente artículos de los últimos 10 años de publicaciones en inglés y español sobre los desafíos y las mejores prácticas en educación a distancia y aprendizaje en línea y su relación con la IA en educación.

Los artículos debían haber sido indexados en Dialnet y Google Scholar o Scielo y se ha buscado utilizando palabras clave como «educación a distancia», «e-learning» y «desafíos» o «barreras».

Se llevó a cabo una lectura preliminar de los títulos y resúmenes de los artículos identificados durante la búsqueda en bases de datos académicas. Este paso permitió descartar aquellos estudios que claramente no cumplían con los criterios de inclusión establecidos.

A partir del análisis de los estudios seleccionados, se realizó una síntesis de la literatura que permitió identificar y discutir las mejores prácticas y estrategias para superar las barreras en el aprendizaje en línea.

Para los criterios de exclusión, se han eliminado las investigaciones que no se relacionaban directamente con la educación a distancia y aquellos estudios que no proporcionaron suficiente información sobre su metodología, análisis de datos o resultados o aquellos estudios que presentaron sesgos significativos.

3. Resultados

Uno de los principales retos en la implementación de la educación a distancia es asegurar una infraestructura tecnológica adecuada que permita la participación activa de estudiantes y docentes en el proceso educativo (Cabero y Barroso, 2016). La carencia de dispositivos electrónicos, conexiones a internet de alta velocidad y plataformas de aprendizaje en línea puede ser una barrera significativa para el aprendizaje en línea, especialmente en contextos socioeconómicos y geográficos desfavorecidos (Marín-Díaz et al., 2019).

La inteligencia artificial (IA) tiene el potencial de transformar la educación de manera significativa en las próximas décadas. A medida que las tecnologías continúan avanzando, es posible que experimentemos una evolución en la educación que abarque varios aspectos clave como el acceso universal a una educación de calidad (Laak y Aru, 2024).

Andrew Ng, fundador de plataformas educativas en línea como Coursera, basa sus investigaciones en cómo la IA puede hacer que el aprendizaje sea más eficiente y personalizado (Blei et al., 2003).

Los trabajos de Davidson (2017) exploran cómo la IA puede transformar las habilidades que necesitamos para el futuro y cómo podemos preparar a los estudiantes para un mundo cada vez más automatizado.

El fundador de Khan Academy, Sal Khan, explica cómo la IA puede ayudar a los estudiantes a aprender a su propio ritmo y estilo.

Mientras que IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems desarrolla estándares y guías éticas para el desarrollo y uso de sistemas autónomos e inteligentes, incluyendo aquellos utilizados en la educación.

4. Discusión y conclusión

La IA contribuye a la adaptación del contenido y el ritmo de aprendizaje de cada estudiante creando experiencias educativas más personalizadas y efectivas, mientras permitirá a las máquinas comprender y responder al lenguaje humano de manera na-

tural, facilitando, de este modo, la interacción entre estudiantes y sistemas educativos. Los tutores virtuales generados mediante IA acompañarán a los estudiantes en su proceso educativo, la evaluación será más objetiva y personalizada y la toma de decisiones más informadas sobre las estrategias pedagógicas.

La realidad virtual y aumentada, impulsadas por la IA, ofrecerán experiencias de aprendizaje inmersivas y prácticas, facilitando la comprensión de conceptos complejos y la adquisición de habilidades.

Es fundamental abordar los desafíos éticos asociados con la IA, como los sesgos algorítmicos y la privacidad de los datos, para garantizar una educación equitativa y justa.

5. Bibliografía

Ahmad, S. F., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., Alam, M. M. y Hyder, S. I. (2021). Artificial Intelligence and Its Role in Education. *Sustainability*, *13*(22), article 22.

Bates, T. (2019). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning*. Contact Nord Research Associate.

Bates, T. (29 de julio de 2015). Thinking about theory and practice in online learning. *Online Learning and Distance Education Resources*. https://www.tonybates.ca/2015/07/29/thinking-about-theory-and-practice-in-online-learning/

Blanco, J. J. (2024, 15 de junio). IA en la educación: Personalizando el aprendizaje. Universo IA. https://universo-ia.com/ia-en-la-educacion-personalizando-el-aprendizaje/

Blei, D. M., Ng, A. Y. y Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet Allocation. *Journal of Machine Learning Research*, *3*, 993-1022. https://www.jmlr.org/papers/volume3/blei03a/blei03a.pdf

Cabero, J., & Barroso, J. (2016). ICT teacher training: a view of the TPACK model. Culture and Education, 28(3), 633-663. https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1203526

Carbonell, N. y Hernández, M. Á. (2024). Impacto de los sistemas de tutoría inteligente. Una revisión sistemática. *Edutec: Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (89)*, 121-143. https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3025

Davidson, C. N. (2017). *The new education: how to revolutionize the university to prepare students for a world in flux*. Hachette UK.

Giannini, S. (2024). *El uso de la IA en la educación: decidir el futuro que queremos*. UNESCO.

Hernández, N. y Rodríguez, M. J. (2024). Inteligencia Artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la Universidad. *Revista de Educación a Distancia, 24*(78), 230-245.

Laak, K. -J. y Aru, J. (2024). AI and personalized learning: Bridging the gap with modern educational goals. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.02798

Mancera, C., Serna, L. y Barrios, S. (19 de abril de 2020). Pandemia: maestros, tecnología y desigualdad. *NEXOS*. https://educacion.nexos.com.mx/?p=2286

Marín-Díaz, V., & Cabero, J. (2019). Las redes sociales en educación: desde la innovación a la investigación educativa. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 22(2). https://doi.org/10.5944/ried.22.2.24248

OCDE (2016), *Innovating Education and Educating for Innovation: The Power of Digital Technologies and Skills*, Educational Research and Innovation, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/9789264265097-en

OCDE (2018). *Education at a Glance*. https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2018_eag-2018-en.html

OpenAI (15 de noviembre de 2023). *OpenAI y realidad virtual (VR): Innovaciones en la interacción de aplicaciones.*

Pérez, J. y Gardey, A. (21 de diciembre de 2022). *Conectivismo - Qué es, evolución, definición y concepto*. Definición.de. https://definicion.de/conectivismo/

Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2*. https://static1.squarespace.com/static/6820668911e3e5617c36c48c/t/682dadc9690ec5749004d96d/1747824073835/connectivism.pdf

UNESCO (2024). *Artificial intelligence in education.* https://www.unesco.org/en/digital-education/artificial-intelligence

10

Desafíos y oportunidades de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación

Virgilio García Aparicio
Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid, España

Introducción

La inteligencia artificial (IA) está transformando rápidamente el panorama educativo ofreciendo nuevas posibilidades para personalizar y mejorar el aprendizaje. Dentro de este campo, dos áreas destacan por su potencial disruptivo: la inteligencia adaptativa y la inteligencia generativa (Roll y Wylie, 2016).

La inteligencia adaptativa se refiere a sistemas que ajustan su comportamiento en tiempo real en función de las respuestas o el progreso de los estudiantes. Por ejemplo, plataformas que modifican el nivel de dificultad de las preguntas según el rendimiento de los alumnos.

Por otro lado, la inteligencia generativa se enfoca en la creación de contenido nuevo a partir de patrones de datos previos, incluyendo la generación de textos, imágenes, vídeos y simulaciones que pueden ser utilizados como recursos educativos (Chen et al., 2020).

Estas tecnologías ofrecen oportunidades sin precedentes para personalizar el aprendizaje, crear materiales innovadores y automatizar tareas repetitivas. Sin embargo, también plantean desafíos significativos en términos éticos, pedagógicos y técnicos que deben ser cuidadosamente considerados (Holmes et al., 2022).

La implementación efectiva de la IA en educación requiere no solo avances tecnológicos, sino también una profunda compren-

sión de los procesos de aprendizaje y las necesidades de los estudiantes y educadores.

El objetivo de este capítulo es explorar los fundamentos teóricos, las aplicaciones prácticas y los retos asociados a la implementación de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación. A través de un análisis crítico de la literatura reciente y estudios empíricos, se busca proporcionar una visión integral de cómo estas tecnologías están redefiniendo los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como identificar las direcciones futuras más prometedoras para la investigación y desarrollo en este campo.

1. Marco teórico

1.1. Fundamentos de la inteligencia artificial en educación

Como encontramos en la introducción de este libro, la inteligencia artificial (IA) en el ámbito educativo ha experimentado una evolución significativa, pasando de simples algoritmos a sistemas complejos capaces de realizar tareas cognitivas avanzadas. En este contexto, la IA se ha dividido principalmente en dos áreas: la IA adaptativa y la IA generativa. La IA adaptativa utiliza técnicas como el *Machine Learning* para ajustar su comportamiento según la interacción del usuario, adaptando el contenido y la dificultad de las tareas al ritmo de aprendizaje individual del estudiante basándose en teorías constructivistas del aprendizaje (VanLehn, 2011). Por otro lado, la IA generativa, fundamentada en modelos como redes neuronales generativas o GPT, tiene la capacidad de crear nuevo contenido simulando procesos creativos humanos y permitiendo la generación automática de recursos educativos personalizados (Hwang et al., 2020).

Estas aplicaciones de IA en educación se apoyan en diversas teorías pedagógicas. El constructivismo, propuesto por Piaget y Vygotsky, sostiene que los estudiantes construyen su conocimiento a través de la interacción con el mundo y con otros, un enfoque respaldado por la IA adaptativa al permitir a los estudiantes avanzar según sus capacidades individuales (Luckin et al., 2016). La teoría del aprendizaje personalizado se ve potenciada por las tecnologías educativas basadas en IA, que permiten a los estudiantes seguir itinerarios educativos adaptados a

su estilo, ritmo y necesidades específicas (Zawacki-Richter et al., 2019). Además, la teoría de la generación automática de contenidos se alinea con el aprendizaje basado en proyectos y experiencias, donde la IA generativa actúa como facilitadora creando escenarios y problemas personalizados (Kurdi et al., 2020).

En cuanto a los modelos de IA en educación, destacan los sistemas tutores inteligentes (ITS), diseñados para proporcionar retroalimentación inmediata y adaptativa a los estudiantes sin intervención humana basándose en teorías cognitivas del aprendizaje como la teoría de la carga cognitiva (VanLehn, 2011). Asimismo, la generación de contenido automático ha evolucionado hasta el punto de poder producir material educativo de manera automatizada, incluyendo preguntas para exámenes, ejercicios interactivos y *feedback* personalizado (Chen et al., 2020).

Es importante destacar que la IA adaptativa y generativa no solo permite mejorar el rendimiento académico, sino también desarrollar competencias transversales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad. Las herramientas de IA pueden fomentar un aprendizaje más autónomo y profundo al ofrecer recursos educativos que desafían a los estudiantes a resolver problemas complejos con información generada en tiempo real (Ouyang y Jiao, 2021).

Y en relación con los desafíos éticos y pedagógicos de la IA en el ámbito de la educación, cabe destacar que esta integración presenta un panorama de oportunidades sin precedentes, pero también conlleva una serie de desafíos éticos y pedagógicos que requieren una cuidadosa consideración. Holmes et al. (2022) señalan que si bien la IA tiene el potencial de revolucionar la educación, su implementación plantea cuestiones fundamentales que deben abordarse de manera proactiva.

Uno de los aspectos más críticos es la gestión de la privacidad y la ética de datos. La personalización del aprendizaje mediante IA depende en gran medida de la recopilación y análisis de datos estudiantiles a gran escala. Este proceso suscita interrogantes cruciales sobre el consentimiento informado, la propiedad de la información y la equidad en el acceso a una educación adaptativa. Es imperativo establecer marcos regulatorios robustos que protejan los derechos de los estudiantes y garanticen un uso ético y transparente de sus datos personales.

Paralelamente, la introducción de sistemas de IA en el aula exige una redefinición del papel del docente. El desafío radica en encontrar un equilibrio óptimo entre la eficiencia de la tecnología y el insustituible valor de la interacción humana en el proceso educativo. Es fundamental evitar la deshumanización de la enseñanza asegurando que la IA complemente y potencie la labor docente en lugar de reemplazarla.

Adicionalmente, la implementación de IA en educación pone de manifiesto la problemática de la desigualdad tecnológica. La brecha digital existente entre diferentes instituciones y grupos socioeconómicos podría exacerbarse si no se garantiza un acceso equitativo a estas tecnologías avanzadas. Este escenario plantea el riesgo de amplificar las disparidades educativas preexistentes, lo que requiere políticas y estrategias específicas para promover una adopción inclusiva de la IA en el sector educativo.

2. Método

Para abordar los desafíos y oportunidades de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación, se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo los siguientes criterios:

2.1. Criterios de elegibilidad

- Tipo de estudios: se incluyeron estudios empíricos (cuantitativos o cualitativos), revisiones sistemáticas y metaanálisis que abordaran el uso de inteligencia artificial adaptativa o generativa en contextos educativos.
- Período de publicación: solo se consideraron estudios publicados entre 2013 y 2024 para asegurar la inclusión de investigaciones recientes.
- Idioma: se aceptaron estudios en inglés y español.
- Contexto educativo: los estudios debían estar centrados en la educación formal (escuelas, universidades, formación profesional) y/o en entornos de educación no formal (cursos en línea, plataformas de aprendizaje).
- Relevancia: los estudios debían proporcionar datos sobre la eficacia, desafíos y oportunidades de la inteligencia artificial en la educación, ya fuera adaptativa o generativa.

2.2. Fuentes de información

Se utilizaron las siguientes bases de datos:

- ERIC para estudios internacionales de alto impacto en educación y tecnología.
- Google Scholar para incluir un rango más amplio de artículos, incluyendo capítulos de libros y tesis.
- Scopus para garantizar la inclusión de estudios indexados con revisiones por pares.
- Dialnet para artículos y tesis en español, centrando la búsqueda en investigaciones sobre IA en educación en España y América Latina.

2.3. Palabras clave utilizadas

- Para IA adaptativa: «Inteligencia Artificial adaptativa en educación», «sistemas tutores inteligentes», «machine learning en educación».
- Para IA generativa: «Inteligencia Artificial generativa en educación», «creación de contenido automatizado», «generative AI in education», «content generation AI», «Desafíos de la IA en educación», «Oportunidades educativas de la IA», «Ética de la IA en educación».

2.4. Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales

Se utiliza el protocolo PRISMA para la evaluación del riesgo de sesgo en los estudios seleccionados. Esto incluirá una revisión de los siguientes aspectos:

- Sesgo de selección: evaluando cómo se seleccionaron los participantes o datos.
- Sesgo de publicación: examinando si los resultados negativos fueron excluidos en la publicación de los estudios.
- Sesgo de reporte: comprobando si todos los resultados relevantes del estudio fueron reportados de manera transparente.

2.5. Métodos para presentar y sintetizar los resultados

Se utiliza un análisis temático cualitativo para sintetizar los hallazgos comunes y las diferencias entre estudios de IA adaptativa y generativa. Se aplica análisis cuantitativo cuando los estudios ofrecen métricas comparables.

3. Resultados

3.1. Resumen de estudios incluidos

Tras aplicar los criterios de elegibilidad, se seleccionaron 40 estudios relevantes sobre inteligencia adaptativa y generativa en educación publicados entre 2013 y 2024. El análisis de estos estudios reveló las siguientes tendencias principales:

1. Aumento significativo en el número de publicaciones sobre IA en educación, especialmente desde 2020.
2. Mayor enfoque en aplicaciones prácticas y evaluaciones empíricas, en comparación con trabajos puramente teóricos.
3. Predominio de estudios en educación superior y entornos de aprendizaje en línea.
4. Creciente interés en IA generativa para crear contenidos educativos personalizados.
5. Persistencia de desafíos éticos y de privacidad en la implementación de IA en educación.

3.2. Análisis temático

3.2.1. IA adaptativa

Los estudios sobre IA adaptativa se centraron en tres áreas clave: sistemas tutores inteligentes (ITS), personalización del aprendizaje y evaluación adaptativa.

En primer lugar, los sistemas tutores inteligentes demostraron ser particularmente eficaces en mejorar el rendimiento académico, especialmente en materias STEM. Un ejemplo destacado es el estudio de Arroyo et al. (2014), que reportó mejoras significativas en el aprendizaje de matemáticas mediante el uso de un sistema tutor multimedia adaptativo. Este sistema abordaba de ma-

nera integral aspectos cognitivos, metacognitivos y afectivos del aprendizaje, proporcionando así un enfoque holístico para la enseñanza.

La personalización del aprendizaje emergió como un tema recurrente en la investigación sobre IA adaptativa. La capacidad de adaptar el contenido y la dificultad a las necesidades individuales de los estudiantes se identificó como un factor clave para mejorar la experiencia educativa. En este contexto, Kabudi et al. (2021) realizaron una revisión sistemática de sistemas de aprendizaje adaptativo, destacando su potencial para mejorar tanto la motivación como el rendimiento de los estudiantes.

Por último, la evaluación adaptativa surgió como un área prometedora de investigación. Varios estudios exploraron el uso de IA para crear evaluaciones que se ajustan en tiempo real al nivel del estudiante, ofreciendo así una forma más precisa y personalizada de medir el progreso académico. En este ámbito, Nigam et al. (2021) analizaron sistemas de supervisión basados en IA para exámenes en línea, destacando su potencial para revolucionar la evaluación educativa, pero también señalando los importantes desafíos éticos que estos sistemas plantean.

3.2.2. IA generativa

Los estudios sobre IA generativa se enfocaron en tres áreas principales. En primer lugar, la creación de contenido educativo fue un tema central, con investigaciones como la de Zhang y Aslan (2021), que exploraron el uso de IA generativa para crear materiales de aprendizaje personalizados, incluyendo textos explicativos y ejercicios. En segundo lugar, los asistentes virtuales y chatbots emergieron como un área de interés significativo. Okonkwo y Ade-Ibijola (2021) realizaron una revisión sistemática sobre el uso de chatbots en educación, identificando aplicaciones prometedoras en tutoría, respuesta a preguntas y apoyo administrativo. Por último, la generación automática de preguntas se destacó como un campo de investigación importante. Kurdi et al. (2020) analizaron sistemas de generación automática de preguntas para fines educativos, resaltando su potencial para crear evaluaciones y materiales de práctica personalizados. Estas tres áreas de enfoque demuestran el amplio potencial de la IA generativa para transformar diversos aspectos de la educación, desde la creación de contenido hasta la interacción y evaluación de los estudiantes.

3.2.3. Desafíos identificados

El análisis de los estudios reveló varios desafíos significativos en la implementación de la inteligencia artificial en la educación. En primer lugar, las cuestiones éticas y de privacidad emergieron como una preocupación principal con estudios, como el de Holmes et al. (2022), que señalan los riesgos asociados a la recopilación y uso de datos de estudiantes, así como los posibles sesgos en los algoritmos de IA. Otro desafío importante identificado fue la necesidad de una mayor integración con las prácticas pedagógicas existentes, como lo destacaron Luckin et al. (2016), quienes enfatizaron la importancia de la colaboración entre desarrolladores de IA y educadores. La evaluación del impacto a largo plazo de estas tecnologías también se presentó como un área que requiere atención, con autores como Zawacki-Richter et al. (2019), que remarcan la escasez de estudios longitudinales que examinen los efectos de la IA en el aprendizaje y desarrollo de los estudiantes. Finalmente, Ouyang y Jiao (2021) identificaron el desafío de diseñar sistemas de IA que fomenten eficazmente las habilidades del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la creatividad y la colaboración, y subrayan la necesidad de un enfoque más holístico en el desarrollo de estas tecnologías educativas.

3.2.4. Oportunidades detectadas

Las oportunidades detectadas en el uso de la inteligencia artificial (IA) en educación se pueden agrupar en cinco categorías principales.

La personalización del aprendizaje emerge como una de las oportunidades más prometedoras. La IA adaptativa demuestra un gran potencial para crear experiencias de aprendizaje altamente individualizadas, alineándose con las teorías constructivistas y de aprendizaje personalizado. Kabudi et al. (2021) destacan cómo la capacidad de ajustar el contenido, el ritmo y la dificultad en tiempo real puede abordar eficazmente las diferencias individuales entre estudiantes; un desafío persistente en la educación tradicional.

La generación de contenido representa otra área de oportunidad significativa. La IA generativa ofrece la posibilidad de producir materiales educativos personalizados y actualizados de manera eficiente. Zhang y Aslan (2021) señalan que esto es particular-

mente valioso en áreas donde el conocimiento evoluciona rápidamente o donde se requieren ejemplos y ejercicios variados. Además, la generación automática de preguntas y evaluaciones puede aliviar la carga de trabajo de los educadores y proporcionar a los estudiantes más oportunidades de práctica.

La asistencia a docentes mediante herramientas de IA puede transformar las tareas administrativas y de evaluación y permitir a los educadores enfocarse más en la enseñanza y el apoyo directo a los estudiantes. Nigam et al. (2021) destacan cómo los sistemas de evaluación adaptativa y los asistentes virtuales pueden proporcionar información valiosa sobre el progreso de los estudiantes, facilitando intervenciones más oportunas y efectivas.

El aprendizaje ubicuo se presenta como otra oportunidad clave. La IA puede facilitar experiencias de aprendizaje significativas fuera del aula tradicional. Okonkwo y Ade-Ibijola (2021) señalan que los chatbots educativos y los sistemas tutores móviles ofrecen la posibilidad de aprendizaje continuo y apoyo en cualquier momento y lugar.

Finalmente, el análisis predictivo basado en IA puede identificar tempranamente a estudiantes en riesgo de fracaso académico, permitiendo intervenciones preventivas. Zawacki-Richter et al. (2019) sugieren que esto tiene el potencial de mejorar las tasas de retención y éxito académico, especialmente en educación superior y en línea.

4. Discusión y conclusión

Como limitación de la revisión, cabría destacar que la mayoría de los estudios seleccionados provienen de países desarrollados, lo que podría dificultar la generalización de los resultados en contextos de menor acceso tecnológico. Los estudios sobre IA generativa son más recientes y menos numerosos, lo que refleja el estado emergente de esta tecnología en la educación.

No obstante, la revisión bibliográfica revela que la inteligencia adaptativa y generativa tiene un gran potencial para transformar la educación, ya que ofrece oportunidades sin precedentes para personalizar el aprendizaje y apoyar tanto a estudiantes como a docentes. Sin embargo, su implementación exitosa requiere abordar desafíos significativos, especialmente en térmi-

nos de ética, equidad y pedagogía. Se necesita más investigación para:

1. Desarrollar marcos éticos robustos para el uso de IA en educación (Holmes et al., 2022).
2. Evaluar el impacto a largo plazo de las tecnologías de IA en el aprendizaje (Zawacki-Richter et al., 2019).
3. Diseñar sistemas que fomenten efectivamente habilidades del siglo XXI (Ouyang y Jiao, 2021.
4. Explorar aplicaciones de IA en diversos contextos educativos y culturales (Nye, 2015).

En conclusión, mientras la IA continúa evolucionando rápidamente, es crucial que investigadores, educadores y diseñadores de políticas trabajen en colaboración para aprovechar su potencial mientras se abordan proactivamente los desafíos asociados (Roll y Wylie, 2016). Solo así podremos garantizar que la IA en educación beneficie equitativamente a todos los estudiantes y contribuya a una transformación positiva de los sistemas educativos. La IA tiene el potencial de revolucionar la educación, pero su éxito dependerá de nuestra capacidad para integrarla de manera ética, equitativa y pedagógicamente sólida (Luckin et al., 2016). El futuro de la educación no se trata solo de tecnología, sino de cómo usamos esa tecnología para crear experiencias de aprendizaje más personalizadas, atractivas y efectivas para todos los estudiantes.

5. Bibliografía

Arroyo, I., Woolf, B. P., Burelson, W., Muldner, K., Rai, D. y Tai, M. (2014). A multimedia Adaptive tutoring system for mathematics that addresses cognition, metacognition and affect. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *24*(4), 387-426.

Chen, X., Xie, H., Zou, D. y Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *1*, 100002. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bitten-

court, I. I. y Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *32*(3), 504-526.

Hwang, G. -J., Xie, H., Wah, B. W. y Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *1*, 100001. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001

Kabudi, T., Pappas, I. y Olsen, D. H. (2021). AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100017. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100017

Kurdi, G., Leo, J., Parsia, B., Sattler, U. y Al-Emari, S. (2020). A systematic review of automatic question generation for educational purposes. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *30*(1), 121-204. https://doi.org/10.1007/s40593-019-00186-y

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. y Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.

Nigam, A., Pasricha, R., Singh, T. y Churi, P. (2021). A systematic review on AI-based proctoring systems: Past, present and future. *Education and Information Technologies*, *26*(5), 6421-6445. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10597-x

Nye, B. D. (2015). *Intelligent tutoring systems by and for the developing world: A review of trends and approaches for educational technology in a global context*. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 25(2), 177-203. https://doi.org/10.1007/s40593-014-0028-6

Okonkwo, C. W. y Ade-Ibijola, A. (2021). Chatbots applications in education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100033. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100033

Ouyang, F. y Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100020. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100020

Roll, I. y Wylie, R. (2016). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, *26*(2), 582-599. https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3

VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, *46*(4), 197-221.

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*(1), 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Zhang, K. y Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100025. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025

11

La inteligencia artificial como puente entre las barreras lingüíticas en la formación de prácticas inclusivas

José Carlos Chía Barraza
Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

Elisa Martínez-García
Universidad Internacional de La Rioja, Logroño, España

Ada Freitas-Cortina
Universidad de Valladolid, Valladolid, España

Introducción

Durante el curso 23-24, el Equipo de Mejora Interdisciplinar de la Práctica Educativa (EMIPE) realizó un curso *online* en inglés para la inclusión educativa, Global Inclusive Teaching Initiative (GITI), con alumnado universitario de distintas universidades españolas: la Universidad Autónoma de Madrid, la Universidad de Jaén, la Universidad de Valladolid y la Universidad de Toledo.

Tras su realización y sus resultados positivos, se procedió a pasar una encuesta de valoración, teniendo unos buenos resultados y comentarios favorables, aunque los estudiantes comentaban la posibilidad de una versión en lengua castellana.

Por ello, se llevó a cabo un acercamiento a la inteligencia artificial (IA) como medio para traducir automáticamente los contenidos del curso tomando en cuenta los tres formatos más comunes del curso *online*: formato escrito, formato audio y formato audiovisual.

1. Marco teórico

Actualmente, es importante que la educación concuerde con la revolución comunicativa y tecnológica en todos sus niveles, lo que demanda un cambio en los procesos de comunicación y las metodologías pedagógicas tradicionales con el fin de cubrir las necesidades del nuevo milenio (Manrique, 2015).

1.1. Inclusión educativa

La IA está emergiendo como una herramienta poderosa en el ámbito de la educación que proporciona nuevas formas de facilitar el acceso, la visualización y la comprensión de la información. Esto va a transformar el panorama educativo, ya que facilita la creación de itinerarios de aprendizaje personalizados y promueve la inclusión.

De hecho, tal y como afirman Holmes et al. (2019), ya está revolucionando el ámbito educativo. En primer lugar, la IA puede adaptar el contenido y el ritmo de enseñanza a las características individuales de cada estudiante. Por otra parte, también proporciona apoyo y retroalimentación inmediata y detallada.

Además, Forero-Corba y Bennasar (2024) realizaron una revisión bibliográfica sobre la IA y la educación y encontraron que sirve para 1) realizar una detección temprana del rendimiento académico del alumnado, 2) mejorar las habilidades educativas de los docentes, 3) facilitar el proceso de aprendizaje de estudiantes TEA (trastorno del espectro autista), 4) predecir fracasos escolares y poder tomar decisiones para prevenirlo, 5) motivar a los estudiantes y 6) paliar las diferencias educativas existentes entre los estudiantes de un mismo aula logrando que todos consigan adquirir las mismas competencias.

1.2. Curso *online*

Manrique y Sánchez (2019) recalca que

> es necesario observar que en un educativo en línea el estudiante y el docente se enfrentan a una modalidad de enseñanza-aprendizaje donde el contexto educativo tradicional cambia radicalmente, en

> muchos casos el salón de clases se convierte en un aula virtual y existe la posibilidad de que el maestro y el estudiante no lleguen a conocerse cara a cara en todo el proceso. (p. 20)

A su vez, Bañuelos (2023) comenta sobre la importancia del dominio de los propios contenidos que enseñar, los materiales y los recursos didácticos dentro de la planificación del curso y subraya las competencias didácticas, tecnológicas y comunicativas del docente para el desarrollo del curso, la orientación de los estudiantes y la evaluación de los conocimientos adquiridos cuidando el diseño pedagógico-tecnológico (Tang et al., 2021).

1.3. Inteligencia artificial

La IA ha sido integrada en nuestra vida cotidiana, volviéndose una tecnología común y poderosa. Se define como máquinas que imitan características de la inteligencia humana, como el razonamiento, el aprendizaje y la interacción del lenguaje. Estas máquinas analizan grandes volúmenes de datos y extraen patrones mediante predicciones algorítmicas, aunque carecen de un juicio humano completo. Por ello, hace falta alfabetización digital para un uso crítico de la IA que favorezca la colaboración humano-máquina que reduzca sus sesgos (Manyika et al., 2019).

La UNESCO (2021) clasifica las aplicaciones de IA en varios servicios, que abarcan desde asistentes automatizados hasta herramientas de detección emocional, con usos significativos en la educación y la traducción automática.

En el ámbito educativo, estudios recientes señalan que la IA generativa está transformando la educación superior al crear contenidos adaptativos y personalizados (Bearman et al., 2023). Además, los chatbots basados en IA han optimizado la enseñanza de idiomas, proporcionando apoyo personalizado y abordando diversas competencias lingüísticas (Bahroun et al., 2023).

La IA aplicada a la traducción automática (TA) también ha crecido notablemente, con avances en el doblaje de vídeos y la generación de subtítulos (Gómez-Diago, 2024) o para combatir la desinformación y promover un diálogo informado en varios idiomas (Canavilhas, 2022).

Estudios comparativos entre los motores de TA destacan mejoras en la precisión, aunque también advierten que la calidad de las traducciones puede variar, por lo que no son sustitutos de los profesionales (Ayala et al., 2023). La supervisión humana es importante para asegurar la precisión en contextos complejos (Álvarez-Álvarez, 2024).

Hansen (2023) señala que la IA podría suponer riesgos para las lenguas minoritarias y la diversidad cultural, por su estandarización, y una pérdida de la voz literaria humana. Ruiz-Casanova (2023) alerta que la promoción de su uso podría estar motivado por intereses empresariales más que por mejorar la calidad de las traducciones.

Además, persisten los sesgos de género en las TA, lo cual subraya la necesidad de mejorar la precisión y equidad en estos sistemas (Rescigno et al., 2020). De ahí que el surgimiento de nuevos perfiles profesionales, como los poseditores de TA, demuestre la importancia seguir mejorando los resultados generados por estas herramientas (Álvarez-Álvarez, 2024).

2. Metodología

Para llevar a cabo la traducción de los contenidos multimedia, se tomó de referencia los formatos utilizados dentro del propio curso GITI para tener presente el contexto *online*. Estos se dividen en los siguientes materiales: textos, audios y vídeos.

2.1. Texto (PDF)

La TA de texto se puede hacer desde herramientas IA gratuitas con interfaz web, como es el popular servicio de Google Translate y también Linguee, Reverso, WordReference, MateCat. Hay otras herramientas como DeepL, Quillbot, MemoQ, SmartCAT y Trados SDL que suelen tener versiones con suscripción para acceder a todas sus funcionalidades (Ayala et al., 2023).

Estas herramientas pueden variar según la calidad de traducción, facilidad de uso y características requeridas. Las dos más recomendadas están comparadas en la tabla 1 de los resultados. Aunque estos sistemas de TA necesitan mejorar la capacidad para descifrar ambigüedades léxicas y estructurales con

el fin de superar las imprecisiones en PDF traducidos (Fitria, 2023).

2.2. Audio

En cuanto a las herramientas que pueden servir para la traducción de audio, que siempre pasan por la transcripción del audio original en texto, se encuentran la desarrollada por en el marco de ChatGPT, AI Voice Generator, Text to Speech; iFLYTEK, y los dispositivos con IA de traducción de audio, como los Timekettle M3 Language Translator Earbuds, o la traducción instantánea de llamadas disponibles en los nuevos dispositivos móviles de Samsung, entre otros.

Para la traducción de los cursos *online* (que es lo que nos interesa en este momento) las más recomendadas son iFLYTEK y AI Voice Generator: Texto to Speech, comparadas en la tabla 1 de los resultados. La gran diferencia entre ambas herramientas es que AI Voice Generator: Text to Speech es más accesible, fácil de usar y su versión gratuita ofrece más servicios.

2.3. Vídeo

Respecto a las herramientas para la traducción en formato vídeo, destacamos Captions y Rask.

Captions y Rask permiten doblar y subtitular vídeos mediante IA, eligiendo el idioma original y la lengua en la que se desea la traducción en el momento de la importación del vídeo. Además, brindan una interfaz para modificar los subtítulos y el *timeline* del vídeo. Se destaca Rask, que permite modificar el *script* del vídeo.

3. Resultados

Tras la búsqueda de herramientas, se realizó la tabla 1 para tener una visión global comparativa de todas las herramientas analizadas en el apartado anterior.

Tabla 1. Tabla comparativa de herramientas

Herramienta	Características	Accesibilidad	Plan de pago	Límites
Google Translate	Proporciona traducciones instantáneas y a tiempo real de una amplia variedad de idiomas.	Accesible en línea y a través de aplicaciones móviles.	Gratuito para usuarios individuales.	Problemas para preservar el formato original.
DeepL	Ofrece traducciones de alta calidad y más avanzadas para mejorar la precisión y la fluidez de TA.	Disponible en línea y como aplicación de escritorio.	De pago. Opción gratuita con limitaciones.	Dificultades con documentos PDF que contienen gráficos o formatos inusuales.
iFLYTEK	Reconocimiento de voz en tiempo real y traducción automática.	Interfaz intuitiva y fácil de usar para tareas básicas.	De pago. Opción gratuita con limitaciones.	Disponible en Android, iOS y web.
AI Voice Generator: Text to Speech	Conversión de texto a voz utilizando tecnología *Deep Learning*.	Interfaz intuitiva y fácil de usar.	De pago. Opción gratuita con limitaciones.	Disponible solo en web.
Captions	Traducción de vídeos sin modificación de *script*.	Sencilla e intuitiva.	De pago.	Se necesita un audio claro para la IA.
Rask	Traducción de vídeos con modificación de *script*.	Compleja por la variedad de herramientas de edición.	Gratuito con marca de la compañía.	Se necesita un nivel medio de tecnología.

Tanto Google Translate como DeepL son fáciles de manejar, pero tienen limitaciones en la traducción de documentos PDF complejos. Se opta utilizar Google Translate porque es más rápido, ofrece mayor variedad de idiomas y traduce frases completas del PDF sin necesidad de ir palabra por palabra, aunque puede resultar menos preciso que DeepL.

Para la traducción de audios, se optó por la herramienta AI Voice Generator: Text to Speech, ya que, aunque solo se pueda utilizar en la versión web, es más sencilla de manejar y su plan gratuito es más que suficiente para la traducción del curso *online*.

Tras la comparación de las dos herramientas de vídeo, se considera más conveniente el uso de la herramienta Rask, destacando la posibilidad de modificación del *script* que permite al usuario adecuar mejor la traducción.

4. Discusión

La IA utilizada para la traducción del contenido de los cursos *online*, como en este caso, facilita el acceso a la información eliminando la barrera del idioma en cualquier formato de representación de la información, haciendo posible la introducción del DUA (Alba-Pastor, 2019) en el curso completo para todo aquel que se inscriba.

La TA de documentos complejos en PDF presenta limitaciones en su precisión, lo que reafirma la necesidad de una revisión humana en contextos educativos complejos, tal como señalan Álvarez-Álvarez (2024). Asimismo, la versión web de Google Translate es la opción gratuita más rápida y fácil de usar para traducir los materiales PDF de un curso *online* en inglés.

Aunque la accesibilidad de la AI Voice Generator: Text to Speech está limitada al uso web, su plan gratuito es suficiente para las necesidades del curso, lo que demuestra la utilidad de herramientas especializadas en ciertos contextos. Esto está en línea con los estudios que destacan el potencial de la IA para mejorar la accesibilidad en la educación (Forero-Corba y Bennasar, 2024).

Cabe destacar que la herramienta Rask potencia y facilita el papel del docente *online*, concordando con Bañuelos (2023), ya que, gracias a la modificación del *script*, el docente conseguirá transmitir mejor los conocimientos que enseñar debido a su dominio en el material digital, concordando Tang et al. (2021) y la necesidad de un diseño pedagógico-tecnológico adecuado.

5. Conclusión

Debido a la gran oferta de formación *online* y su demanda, es necesario adaptarnos a las necesidades de los estudiantes en sus diversas características, siendo la barrera del idioma una de ellas. Para una mejor transmisión de contenidos, es importante facilitar los recursos que utiliza el alumnado a su lengua materna y en la IA se tiene un aliado para conseguir de manera más sencilla y eficaz esta TA.

Como se ha podido observar, la combinación de diferentes herramientas de TA resulta ser un gran apoyo en la enseñanza

inclusiva, pero sigue siendo imprescindible la intervención humana para garantizar la precisión y la calidad de las traducciones.

Hace falta tener en cuenta que depender demasiado de las herramientas de IA podría deshumanizar la educación al reducir la interacción interpersonal y la empatía en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, podría afectar el desarrollo de habilidades críticas y la originalidad en el trabajo académico. Sin lugar a duda, hacen falta más estudios desde varias miradas para explicar los sesgos y los posibles usos de la IA en los cursos *online*, como las guías de Fundació Jaume Bofill (2022).

Eso requiere continuar investigando sobre el desarrollo de herramientas IA más precisas y adaptativas a los diferentes formatos de los cursos *online* explorando la integración de IA en un marco pedagógico inclusivo, evaluando su impacto en la participación estudiantil y la personalización de los itinerarios formativos. Asimismo, surge la necesidad de mejorar la accesibilidad de cursos *online* para estudiantes con diversidad funcional optimizando la TA de formatos multimedia.

El papel de la IA en la educación sigue en expansión, pero es importante desarrollar enfoques críticos que la combinen con una sólida planificación educativa. Esto garantizará un uso más efectivo y equitativo en el futuro.

6. Bibliografía

Alba-Pastor, C. (2019). Diseño Universal para el Aprendizaje: un modelo teórico práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación educativa*, *6*(9), 55-66.

Álvarez-Álvarez, S. (2024). Employability and entrepreneurship in the training of translators and interpreters: A proposal to develop the entrepreneurial skills of translation and interpreting graduates. *Cadernos De Tradução*, *44*(esp. 1), 1-30. https://doi.org/10.5007/2175-7968.2024.e95240

Ayala, L. E., Buitrago, S., García, S. M. y Salvatierra, A. E. (2023). *La Inteligencia Artificial y el mundo de la traducción: caso de estudio de las percepciones* (Trabajo de grado). Universidad EAN. http://hdl.handle.net/10882/12736

Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V. y Zacca, A. (2023). Transforming Education: A Comprehensive Review of Generative Artificial Intelli-

gence in Educational Settings through Bibliometric and Content Analysis. *Sustainability*, *15*(17), 12983. https://doi.org/10.3390/su151712983

Bañuelos, A. M. (2023). Cursos en línea: Desarrollo de contenido propio o uso de terceros. *Revista Eduweb*, *17*(1), 27-33. https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.01.3

Bearman, M., Ryan, J. y Ajjawi, R. (2023). Discourses of artificial intelligence in higher education: a critical literature review. *Higher Education*, *86*(2), 369-385. https://doi.org/10.1007/s10734-022-00937-2

Canavilhas, J. (2022). Inteligencia Artificial aplicada al periodismo: traducción automática y recomendación de contenidos en el proyecto "A European Perspective" (UER*). Revista latina de comunicación social*, *80*, 24. https://www.doi.org/10.4185/RLCS-2022-1534

Fitria, T. N. (2023). Performance of Google Translate, Microsoft Translator, and DeepL Translator: Error Analysis of Translation Result. *Al-Lisan: Jurnal Bahasa (e-Journal)*, *8*(2), 115-138. https://doi.org/10.30603/al.v8i2.3442

Forero-Corba, W. y Bennasar, F. N. (2024). Techniques and applications of Machine Learning and Artificial Intelligence in education: a systematic review. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *27*(1), 209-253. https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37491

Fundació Jaume Bofill (2022). *Los algoritmos a examen: ¿Por qué IA en educación?* https://fundaciobofill.cat/uploads/docs/q/z/z/dzp-e40_guia_digital_040123_algoritmos.pdf

Gómez-Diago, G. (2024). Herramientas de Inteligencia Artificial para la creación, edición y traducción de vídeos. Una revisión. En S. Parrat Fernández, J. Mayoral Sánchez y M. Á. Chaparro Domínguez, (Eds.), *Periodismo e Inteligencia Artificial. Aplicaciones y desafíos profesionales* (pp. 97-117). Comunicación Social Ediciones y Publicaciones. https://doi.org/10.52495/c4.emcs.25.p108

Hansen, D. (2023). The ambivalence of machine translation and AI: Resouce or replacement? *Counterpoint*, *10*, 9-12. https://www.ceatl.eu/wp-content/uploads/2023/12/Counterpoint_2023_10.pdf

Holmes, W., Bialik, M. y Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.

Khan Academy (s.f.). *Khan Academy Districts*. https://districts.khanacademy.org/khanmigo?_gl=1*1d8z0k7*_ga*MTExNjU2NDcxLjE3MjExNDEzMjY.*_ga_19G17DJYEE*MTcyMTE0MTMyNS4xLjEuMTcyMTE0MTM1OS4wLjAuMA

Manrique, K. A. (2015). La web 2.0 y sus servicios como herramientas en el entorno educativo del siglo XXI. *Revista digital Universitaria*, *16*(9), 1-13. http://www.revista.unam.mx/vol.16/num9/art76/art76.pdf

Manrique, K. A. y Sánchez, M. (2019). Satisfacción estudiantil universitaria: un referente para elevar los indicadores de los cursos en línea impulsados por la Coordinación General de Educación Virtual de la UAGro. *Cuaderno De Pedagogía Universitaria*, *16*(31), 17-30. https://doi.org/10.29197/cpu.v16i31.321

Manyika, J., Silberg, J. y Presten, B. (25 de octubre de 2019). *What Do We Do About the Biases in AI? Harvard Business Review*. Harvard Business Review. https://hbr.org/2019/10/what-do-we-do-about-the-biases-in-ai?

Rescigno, A. A., Monti, J., Wey, A. y Vanmassenhove, E. (2020). A Case Study of Natural Gender Phenomena in Translation-A Comparison of Google Translate, Bing Microsoft Translator and DeepL for English to Italian, French and Spanish. En S. O'Brian y M. Simard (Eds.), *Workshop on the Impact of Machine Translation* (pp. 62-90). Association for Machine Translation in the Americas. https://aclanthology.org/2020.amta-impact.4

Ruiz-Casanova, J. F. (2023). Por qué preferimos imaginar el futuro a preguntarnos por el presente: La traducción literaria y la IA. *Revista de historia de la traducción*, *17*, 7. https://ddd.uab.cat/pub/1611/1611_a2023n17/1611_a2023n17a7.pdf

Tang, Y. M., Chen, P. C., Law, K. M. Y., Wu, C. H., Lau, Y., Guan, J., He, D. y Ho, G. T. S. (2021). Comparative analysis of student's live online learning readiness during the coronavirus (COVID-19) pandemic in the higher education sector. *Computers & Education*, 168. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104211

UNESCO (2021). *AI and education: guidance for policy-makers*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709

12

La neurotecnología educativa con inteligencia artificial generativa

Silvia Pradas Montilla
Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España

Gemma Ruiz Varela
Iñaki Quintana García-Milla
Universidad Internacional de La Rioja, España

Introducción

La neurotecnología educativa con inteligencia artificial generativa (IA generativa) es un campo emergente que combina los avances en la comprensión del cerebro humano con la capacidad de las IA para crear contenido de manera autónoma. Esta integración tiene el potencial de transformar la educación al ofrecer experiencias de aprendizaje más personalizadas, interactivas y eficientes.

La inteligencia artificial generativa (IA generativa) es una rama de la inteligencia artificial que se centra en crear sistemas capaces de generar contenido original o imitar datos, como texto, imágenes, audio o vídeo, basándose en patrones aprendidos de conjuntos de datos previos. A diferencia de otras IA, que solo analizan o clasifican información, los modelos generativos, como los modelos de lenguaje y de imagen, son capaces de crear contenido nuevo y único a partir de un *prompt* o indicación.

Las investigaciones actuales sobre la neurotecnología educativa combinada con IA generativa están centradas en adaptar el contenido de aprendizaje a los estados cognitivos y emocionales de los estudiantes en tiempo real. Los principales enfoques incluyen el uso de EEG y BCI para medir la atención y el compromiso,

la creación de entornos de aprendizaje inmersivos con realidad virtual y *neurofeedback* y el uso de redes neuronales para ajustar los contenidos de aprendizaje basados en datos neuronales.

1. Marco teórico

Al combinar la neurotecnología con la IA generativa, es posible crear sistemas de aprendizaje que no solo se adapten al progreso académico del estudiante, sino que también se ajusten a su estado mental y cognitivo en tiempo real.

1.1. Neurotecnología en la educación

La neurotecnología involucra el uso de herramientas y técnicas que interactúan con el sistema nervioso para mejorar o monitorear la función cerebral. En educación se han desarrollado tecnologías que buscan comprender mejor los procesos de aprendizaje del cerebro para mejorar la enseñanza.

La neurotecnología en la educación se refiere al uso de tecnologías basadas en el estudio del cerebro y el sistema nervioso para mejorar los procesos de aprendizaje y enseñanza. Estas tecnologías buscan comprender mejor cómo aprende el cerebro, adaptando métodos educativos que potencien la atención, la memoria, la motivación y el desarrollo de habilidades cognitivas de los estudiantes. Al integrar neurotecnología en la educación, se abren posibilidades para crear entornos de aprendizaje personalizados en los que los docentes pueden ajustar la instrucción en función de las necesidades y el progreso específico de cada estudiante.

Principales aplicaciones:

1. *Neurofeedback*: herramientas de *neurofeedback*, como los electroencefalogramas (EEG), monitorizan la actividad cerebral de los estudiantes, lo cual ayuda a entender mejor sus niveles de atención, fatiga y estrés en tiempo real. Estos datos pueden usarse para ajustar las técnicas de enseñanza y mejorar el enfoque y rendimiento del estudiante.
2. Realidad virtual y aumentada: estas tecnologías, cuando se integran con elementos de neurociencia, pueden crear experien-

cias de aprendizaje inmersivas que optimizan la retención de información y el aprendizaje activo. Pueden también activar redes neuronales relacionadas con la memoria y la motivación al hacer los contenidos más atractivos y emocionalmente significativos.

3. Inteligencia artificial adaptativa: los sistemas de IA educativa pueden integrar algoritmos neurocientíficos para analizar datos sobre el rendimiento, los estilos de aprendizaje y las emociones de los estudiantes, permitiendo la personalización de los materiales de estudio. Esto ayuda a adaptar el contenido al ritmo de cada estudiante y a ofrecer retroalimentación en tiempo real.
4. Estimulación cerebral no invasiva: métodos como la estimulación magnética transcraneal (TMS) o la estimulación transcraneal de corriente continua (tDCS) se están explorando para facilitar la plasticidad cerebral en el aprendizaje, ayudando potencialmente a reforzar conexiones neuronales asociadas con la retención de conocimientos y el aprendizaje de habilidades.
5. Aplicaciones de monitoreo cognitivo y emocional: sensores de pulso, monitoreo de expresión facial y otros dispositivos pueden dar indicios sobre el estado emocional y cognitivo de los estudiantes, ayudando a los educadores a intervenir y ajustar su enfoque en función de las necesidades emocionales del estudiante en tiempo real.

Las ventajas que aporta la neurotecnología a la educación son varias y muy recomendables, como lo es la posibilidad de personalizar el aprendizaje haciéndolo adaptativo en función de los procesos y el estado mental de cada estudiante. Otro aspecto para destacar es que los datos neurocientíficos pueden ayudar a detectar problemas de aprendizaje o déficits cognitivos de forma temprana. Así como aumentar la motivación y la retención gracias al mantener el interés y optimizar dicha retención de información.

Howard-Jones (2014) concluye con una visión de la neuroeducación y, en consecuencia, la neurotecnología, como un campo con potencial para mejorar la educación, siempre que se base en evidencia científica y que evite las interpretaciones simplistas. Sugiere que el futuro de la neuroeducación debería enfo-

carse en descubrir y aplicar conocimientos científicos que realmente contribuyan al aprendizaje y desarrollo de los estudiantes.

1.2. IA generativa en la educación

La IA generativa es una rama de la inteligencia artificial que permite la creación de contenido nuevo y original, como textos, imágenes, vídeos o incluso música, basándose en patrones aprendidos a partir de grandes cantidades de datos.

La inteligencia artificial generativa (IA generativa) en la educación tiene un potencial transformador al permitir la creación de contenido educativo personalizado, interactivo y dinámico. Gracias a su capacidad para generar texto, imágenes, vídeos y otro tipo de contenido a partir de datos previos, esta tecnología permite diseñar experiencias de aprendizaje más adaptativas y atractivas para los estudiantes, al tiempo que facilita el trabajo de los docentes y administradores educativos.

Principales aplicaciones de la IA generativa en la educación:

1. Creación de contenido educativo personalizado: la IA generativa permite crear materiales de aprendizaje, como textos, cuestionarios, vídeos y simulaciones, adaptados al nivel y estilo de aprendizaje de cada estudiante. Por ejemplo, un sistema de IA generativa puede redactar explicaciones personalizadas o generar ejercicios con niveles de dificultad ajustados al rendimiento de cada alumno. Esta personalización ayuda a mantener el interés y facilita la comprensión ajustando el contenido al ritmo de cada estudiante.
2. Asistentes virtuales para estudiantes y docentes: los asistentes virtuales basados en IA generativa pueden responder preguntas, ayudar a resolver problemas específicos y proporcionar retroalimentación inmediata. Los estudiantes pueden interactuar con estos asistentes para resolver dudas en tiempo real y los docentes pueden usarlos para automatizar tareas como la corrección de exámenes o la generación de informes de progreso. Estos asistentes también pueden ayudar a los estudiantes con recomendaciones de recursos adicionales o sugerencias para mejorar sus habilidades.
3. Simulaciones y entornos de aprendizaje inmersivos: mediante la generación de contenidos visuales y narrativos, la IA ge-

nerativa puede crear simulaciones y entornos de aprendizaje en realidad virtual o aumentada haciendo que los estudiantes vivan experiencias prácticas en materias como ciencias, historia o matemáticas. Por ejemplo, en ciencias, los estudiantes pueden interactuar en un laboratorio virtual para aprender sobre química o biología sin riesgos reales. Esta inmersión facilita un aprendizaje activo y la comprensión de conceptos complejos al presentarlos en contextos aplicados.

4. Generación de evaluaciones y retroalimentación personalizada: la IA generativa puede diseñar cuestionarios y exámenes ajustados a los objetivos específicos de aprendizaje, generando preguntas únicas basadas en el material de estudio o los temas vistos. Además, puede proporcionar retroalimentación automática y específica sobre el rendimiento de cada estudiante, identificando áreas de mejora y sugiriendo ejercicios adicionales. Esto ayuda a los docentes a ahorrar tiempo y brinda a los estudiantes una orientación continua y detallada en su proceso de aprendizaje.
5. Apoyo en la escritura y desarrollo de habilidades lingüísticas: los modelos de IA generativa, como los de procesamiento de lenguaje natural, ayudan a los estudiantes en la escritura, lectura y comprensión de idiomas. Pueden corregir errores de redacción, sugerir mejoras estilísticas o proponer ideas para desarrollar temas específicos. Esto es particularmente útil para estudiantes que aprenden un segundo idioma, ya que la IA generativa puede practicar con ellos de forma personalizada adaptándose a su nivel y necesidades de aprendizaje.
6. Creación de materiales inclusivos y accesibles: la IA generativa puede producir contenido en formatos alternativos como audiolibros, descripciones de imágenes para personas con discapacidad visual o transcripciones para personas con discapacidad auditiva. Esto permite que los materiales educativos sean más accesibles e inclusivos y facilita el aprendizaje para estudiantes con distintas capacidades y necesidades.

Las aportaciones de la IA generativa en la educación proporcionan a los docentes la posibilidad de delegar tareas repetitivas, como la corrección de pruebas y la creación de materiales básicos, en sistemas de IA, lo que les permite dedicar más tiempo a la enseñanza personalizada. Y esa personalización se facilita al

poder adaptar los contenidos y el ritmo de enseñanza al nivel y estilo de cada estudiante, optimizando la experiencia de aprendizaje, incluidos aquellos alumnos que precisan contenidos adaptados.

Holmes et al. (2019) destacan que la IA puede adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante ajustando el ritmo y el contenido en función de su progreso y estilo de aprendizaje. Este enfoque personalizado puede mejorar significativamente la retención de conocimientos y la motivación del alumno. Los mismos autores van más allá y proponen que la IA también puede apoyar el desarrollo de competencias socioemocionales, como la empatía y la colaboración, mediante el uso de entornos virtuales y simulaciones que exponen a los estudiantes a situaciones que requieren habilidades interpersonales y de gestión emocional.

1.3. Desafíos éticos y técnicos

A pesar de su gran potencial, la neurotecnología educativa con IA generativa enfrenta diferentes desafíos. El monitoreo continuo de la actividad cerebral y el uso de datos generados por IA plantean preocupaciones sobre la privacidad y el manejo de información sensible. El costo de estas tecnologías avanzadas podría aumentar la brecha entre estudiantes que tienen acceso a ellas y aquellos que no. El uso de sistemas que monitorean y guían el aprendizaje en tiempo real podría generar dependencia o disminuir la capacidad del estudiante para desarrollar autodisciplina.

Estas tecnologías tienen el potencial de transformar el aprendizaje, pero su implementación debe abordarse con cautela para proteger la privacidad de los estudiantes, evitar sesgos y asegurar una aplicación justa y beneficiosa. Los datos sobre actividad cerebral, atención y niveles de estrés pueden ser extremadamente sensibles, y su almacenamiento y análisis requieren estrictas medidas de protección.

Los estudiantes (y, en muchos casos, sus padres) deben comprender completamente qué datos se recopilan, cómo se utilizan y cuáles son los posibles riesgos y beneficios de estas tecnologías.

La IA generativa a menudo aprende de grandes conjuntos de datos que pueden contener sesgos raciales, culturales o de géne-

ro. Estos sesgos pueden trasladarse a los materiales generados y afectar negativamente la experiencia educativa de los estudiantes.

El desarrollo ético y técnico de la neurotecnología y la IA generativa en la educación requiere colaboración entre tecnólogos, educadores, padres y estudiantes. La implementación cuidadosa y responsable de estas tecnologías puede abrir nuevas oportunidades siempre que se respete la privacidad, se promueva la equidad y se garantice el bienestar de todos los estudiantes.

2. Aportaciones de la neurotecnología educativa con IA generativa

La combinación de la neurotecnología y la IA generativa en la educación promete cambiar la forma en que se enseña y se aprende. Esta integración permite que las experiencias de aprendizaje sean más personalizadas y adaptadas a las capacidades cognitivas y emocionales del estudiante en tiempo real.

Tal y como señalan Dimitriadis y Pappas (2016), el uso de tecnologías como la resonancia magnética funcional (fMRI) y el electroencefalograma (EEG) para estudiar los patrones cerebrales asociados con diferentes estilos de aprendizaje y procesos cognitivos puede ayudar a identificar las prácticas pedagógicas que mejor activan las áreas del cerebro relacionadas con el aprendizaje. De hecho, se espera que, a medida que la investigación en neurociencia avance, se desarrollen enfoques educativos que sean más personalizados y efectivos para atender las necesidades individuales de los estudiantes.

La posibilidad de acceder a la combinación de IA y BCI que pueda crear entornos de aprendizaje adaptativos que monitorean y responden en tiempo real al estado cognitivo y emocional de los estudiantes abre unos nuevos horizontes para la educación. Esto permitirá ajustar el contenido y las estrategias de enseñanza en función de la respuesta cerebral del estudiante (Zabala et al., 2021).

En consecuencia, al adaptar el aprendizaje a los estados mentales en tiempo real, estos sistemas pueden mantener a los estudiantes motivados y comprometidos reduciendo la frustración y evitando la sobrecarga cognitiva. Esto aumenta la posibilidad de

lograr una experiencia de aprendizaje positiva y productiva (Zabala et al., 2021).

Autores como Repetto y Riva (2019) nos apuntan otra de las aportaciones como cómo la realidad virtual (VR) puede simular situaciones realistas para que los usuarios practiquen habilidades cognitivas específicas, como la memoria y la atención, de manera segura y repetible. Además, añaden que la combinación de VR, que aumenta la motivación y el compromiso del usuario, y *neurofeedback*, que proporciona retroalimentación directa sobre el rendimiento cognitivo, facilita el aprendizaje y mejora la autoconciencia.

3. Conclusión

La neurotecnología en educación tiene el potencial de transformar cómo se enseña y se aprende adaptándose a los ritmos y necesidades únicas de cada estudiante y proporcionando a los educadores herramientas valiosas para crear entornos de aprendizaje más efectivos. Sin embargo, la implementación ética y equitativa de estas herramientas será clave para su aceptación y éxito.

La IA generativa promete revolucionar la educación al hacerla más personalizada, inclusiva y accesible. Con el tiempo, es probable que se integren nuevas herramientas que faciliten la adaptación de las aulas a las necesidades de cada estudiante y que permitan a los docentes diseñar experiencias de aprendizaje únicas y significativas. A medida que evoluciona esta tecnología, será clave la formación en competencias digitales para docentes y estudiantes que les permita comprender el uso ético y efectivo de la IA en el aprendizaje.

Recientes investigaciones ilustran cómo la neurotecnología y la IA generativa pueden combinarse para personalizar la educación y adaptar el contenido a las capacidades cognitivas de los estudiantes en tiempo real. A medida que avanza la investigación, estas tecnologías pueden revolucionar la enseñanza al proporcionar experiencias de aprendizaje inmersivas y personalizadas.

Pradas (2016) proyecta el futuro de la neurotecnología educativa y la IA generativa en su potencial para transformar la educación. Plantea una visión en la que el aprendizaje sea más in-

clusivo, adaptativo y centrado en el bienestar y desarrollo integral del estudiante.

4. Bibliografía

Dimitriadis, S. I. y Pappas, C. (2016). Neuroscience and Learning: Advances in Brain-Based Education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *10*, 18-23.

Holmes, W., Bialik, M. y Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and implications for Teaching and Learning*. ISTE.

Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, *15*(12), 817-824.

Pradas, S. (2016). *Neurotecnología educativa. La tecnología al servicio del alumno y del profesor*. Ministerio de Educación.

Repetto, C. y Riva, G. (2019). Virtual Reality and Neurofeedback: A Promising Approach for Cognitive Training. *Frontiers in Neuroscience*, *13*, 806.

Zabala, A., Galera-López, M. M. y Martínez-Miranda, J. (2021). Combining Artificial Intelligence and Brain-Computer Interfaces in Adaptive Learning Environments. *Computers in Human Behavior*, *117*, 106667.

13

La IA y su relación con el bienestar educativo

Gemma Ruiz Varela
Iñaki Quintana García-Milla
Universidad Internacional de La Rioja, Madrid, España

Silvia Pradas Montilla
Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid, España

Introducción

La inteligencia artificial (en adelante, IA) se ha integrado en diversos aspectos de la sociedad contemporánea transformando industrias y servicios a nivel global y afectando diversos aspectos de la vida cotidiana.

En el contexto educativo actual, la IA se destaca como una herramienta con gran capacidad para transformar el aprendizaje, ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras del siglo XXI y está siendo implementada para mejorar procesos de enseñanza y aprendizaje, ofreciendo nuevas formas de personalización y apoyo a estudiantes y docentes. Los asistentes virtuales impulsados por IA están cambiando la educación superior al ofrecer ayuda personalizada y rápida que permite a los estudiantes acceder fácilmente a recursos educativos, gestionar su tiempo de estudio de manera más eficiente y resolver dudas al instante, aspectos fundamentales para el éxito académico en entornos de aprendizaje exigentes (Hidalgo, 2021).

Sin embargo, el perfil competencial sobre innovación que el docente universitario dispone y desarrolla en sus aulas todavía se ubica en un nivel que no cubre las expectativas y exigencias –in-

clusive gubernamentales– requeridas para una mejora de la docencia y, en consecuencia, del aprendizaje (Rodríguez-Legendre et al., 2022).

Junto a este desafío surgen preocupaciones sobre cómo la IA podría influir en el bienestar educativo. Estudiar este tema permite examinar cuestiones éticas y técnicas vinculadas a la aplicación de la IA en el ámbito educativo. Es crucial comprender tanto los posibles beneficios como los desafíos que surgen en relación con la privacidad de los datos, el sesgo en los algoritmos y la equidad en el acceso a estas tecnologías.

En este contexto, el bienestar educativo se refiere no solo al rendimiento académico, sino que debe ser uno de los núcleos que debemos tener en cuenta en todas las mediciones del bienestar del ser humano.

En este capítulo, el bienestar educativo se constituye como uno de los núcleos de medición de bienestar y está compuesto por las dimensiones calidad de la experiencia educativa y experiencia de educación personalizada, de manera que alude al equilibrio emocional, social y físico que permite a los estudiantes y docentes desarrollar su potencial en el entorno educativo, lo que ha cobrado importancia como un factor determinante para el éxito académico y personal.

Este capítulo explora la posible relación existente entre la IA y el bienestar educativo examinando las ventajas, desafíos y consideraciones éticas que se derivan de la implementación de estas tecnologías.

1. Marco teórico

1.1. Definición de inteligencia artificial

La IA es la simulación de procesos de inteligencia humana por parte de sistemas informáticos. Estos procesos incluyen el aprendizaje (la adquisición de información y reglas para el uso de la información), el razonamiento (uso de reglas para alcanzar conclusiones aproximadas o definidas) y la autocorrección.

La inteligencia artificial (IA) se describe como una disciplina dentro de la informática que se dedica a crear agentes inteligentes que puedan razonar, aprender y tomar decisiones de forma

autónoma. La IA posee características que la diferencian de los sistemas informáticos tradicionales. Entre ellas se incluyen la capacidad para involucrarse en procesos de razonamiento complejos, adquirir conocimientos mediante el aprendizaje, generar soluciones para problemas complejos, tomar decisiones fundamentadas en los datos y adaptar su comportamiento a nuevos contextos. Estas habilidades permiten que los sistemas de IA se perfeccionen con el tiempo, aprendiendo de experiencias previas y enfrentando diversos desafíos de manera efectiva (Brundage et al., 2018; Valdez et al., 2024).

Existen distintos tipos de IA categorizados según su nivel de complejidad y capacidades. La IA débil o limitada está diseñada para realizar tareas específicas, como el reconocimiento de imágenes o el procesamiento del lenguaje natural, mientras que la IA fuerte o general aspira a replicar la inteligencia humana en un sentido más amplio, abarcando una diversidad de habilidades. Asimismo, se ha planteado el concepto de inteligencia artificial general (AGI), que se refiere a máquinas con una inteligencia comparable o superior a la humana (García et al., 2024; Soto, 2023).

La IA incorpora conocimientos de diferentes disciplinas que contribuyen a su desarrollo. Estas incluyen la programación genética, que permite a las computadoras crear sus propios programas para resolver problemas; la robótica, que se encarga del diseño y la manipulación de robots; la lógica, que dota a los programas de la capacidad de deducir soluciones adecuadas; la inferencia, que posibilita la resolución de problemas a partir de datos; el procesamiento del lenguaje natural, que facilita la comunicación entre computadoras y humanos, y la planificación, que establece estrategias para alcanzar objetivos específicos a partir de información determinada (Vázquez et al., 2018).

Los sistemas de IA han demostrado ser herramientas valiosas en múltiples campos, como la economía, la medicina, la ingeniería y el ámbito militar. Algunas de sus aplicaciones incluyen el control de sistemas, la planificación automática, el diagnóstico médico, el reconocimiento de escritura, voz y patrones, así como en juegos de estrategia como el ajedrez (Ocaña et al., 2019). En esta línea, la encuesta llevada a cabo por el World Economic Forum (2023) sitúa entre las 10 principales habilidades básicas que necesitan los trabajadores hoy en día el pensamiento

creativo, que se sitúa en primer lugar, por delante del pensamiento analítico y la alfabetización tecnológica. El pensamiento sistémico, la inteligencia artificial y el *big data* completan el top 10 (Vivas et al., 2023).

Entre los beneficios potenciales de la IA se destaca el incremento en la productividad gracias a la automatización de tareas que actualmente realizan los humanos, lo que permite dedicar más tiempo a actividades creativas y productivas. También facilita la toma de decisiones al analizar grandes volúmenes de datos identificando patrones y tendencias que podrían no ser evidentes para las personas, lo que mejora la toma de decisiones en diversos sectores. Además, la IA abre la posibilidad de desarrollar productos y servicios innovadores y contribuye a mejorar la calidad de vida proporcionando mejores servicios en áreas como la salud, la educación y el transporte (Muñoz et al., 2022).

Esta automatización de tareas trae consigo sistemas tecnológicos que pueden realizar tareas que típicamente requieren inteligencia humana. En el ámbito educativo, la IA se utiliza para personalizar el aprendizaje al reconocer patrones y tomar decisiones que pueden asistir en la gestión del aula e, incluso, ofrecer apoyo emocional (Russell y Norvig, 2020). Además, viene asociada al incremento de los asistentes virtuales, programas de *software* que utilizan IA para interactuar con los usuarios de forma conversacional ofreciendo respuestas a preguntas, ayudando en la resolución de problemas y proporcionando apoyo personalizado. En el ámbito educativo superior, estos asistentes facilitan la gestión del tiempo de estudio, el acceso a recursos educativos y brindan tutorías personalizadas, lo que influye positivamente en el rendimiento académico (Llanos et al., 2021).

1.2. Concepto de bienestar educativo

El bienestar educativo se refiere al equilibrio emocional, psicológico y social que permite a los estudiantes desarrollarse de manera óptima en el entorno escolar. Se considera un estado que influye directamente en el aprendizaje, la creatividad y el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas.

El bienestar educativo es un concepto multidimensional que incluye el bienestar emocional, social y cognitivo de estudiantes y docentes (Huppert y So, 2013).

Uno de los boletines que la OCDE publica con periodicidad mensual bajo el título general de *Education Indicators in Focus* analizó los aspectos del bienestar individual relacionados con el nivel educativo bajo el tema *What are the social benefits of education?* y descubrió que la educación tiene efectos positivos en la esperanza de vida, los niveles de participación política, la salud, etc. Según este estudio, la educación está presente en la base de las sociedades más justas, con mayor cohesión y con mayor nivel de satisfacción y bienestar de sus ciudadanos. En todos los países, incluido España, la satisfacción con la vida es mayor en los individuos con mayor nivel educativo. En el mismo sentido, este estudio revela que los desajustes educativos generan impactos negativos sobre la satisfacción con la vida. Este desajuste ha aumentado drásticamente en la mayoría de los países desarrollados, especialmente en lo que se refiere al porcentaje de trabajadores con mayor nivel educativo.

Al definir la educación como un proceso de desarrollo de las capacidades de la persona, desarrollo perfectivo que debe orientarse hacia el desarrollo de un proyecto personal de vida que implica y se orienta necesariamente hacia los demás, se ponen en juego todas las dimensiones de la persona. Es evidente que el bienestar educativo debe ser uno de los núcleos que debemos tener en cuenta en todas las mediciones del bienestar del ser humano.

El «bienestar educativo» se constituye como uno de los núcleos de medición de bienestar y está compuesto por las dimensiones calidad de la experiencia educativa y experiencia de educación personalizada (Ruiz-Varela, 2017). La primera mide el grado de satisfacción con la calidad educativa recibida y los contenidos educativos aprendidos. La dimensión experiencia de educación personalizada, por otra parte, trata de medir el grado de satisfacción con la formación integral recibida, la formación integral recibida de manera global, y el grado de satisfacción de la educación personalizada recibida.

La IA puede jugar un papel crucial en la mejora de estas dimensiones y en su medición al proporcionar herramientas que se adapten a las necesidades individuales, reducir la carga administrativa y mejorar la accesibilidad a recursos educativos.

1.3. Relación entre IA y bienestar educativo

Diversos autores coinciden en que la naturaleza humana no se caracteriza por un aislamiento o existencia en soledad, sino todo lo contrario. Según ellos, las personas se definen esencialmente por su convivencia e interacción con los demás, ya que es precisamente en esta relación donde logran su desarrollo como individuos. Barrio (1998) lo expresa afirmando que «la persona implica alteridad y relacionalidad. Es un individuo autónomo, pero intrínsecamente abierto al vínculo con otros».

El ser humano es una compleja combinación de múltiples dimensiones y cualidades –emociones, intelecto, voluntad y corporalidad, entre otras– que se encuentran profundamente integradas en su esencia y forma de actuar. Aunque es posible identificar y describir cada uno de estos elementos que conforman su naturaleza, resulta paradójico que lo que realmente define a la persona sea su carácter único e irrepetible. Esta singularidad, inherente a su intimidad, convierte a cada individuo en un ser excepcional y auténtico y el cuidado de esta individualidad facilita la conexión y el encuentro con los demás.

El hombre necesita ser formado y guiado, pero también está llamado a ofrecer acompañamiento a los demás, ya sea a través de la paternidad, la educación, la amistad o su trabajo profesional. Desde el momento del nacimiento, las personas están inmersas en un contexto relacional que moldea su desarrollo. El sistema educativo, como ámbito inicial, desempeña un papel fundamental desde la primera escuela y, más adelante, instituciones como la universidad lo hace en etapas críticas como la juventud, donde las preguntas existenciales suelen intensificarse y se buscan respuestas profundas y verdaderas que reviertan en una mejora del bienestar integral.

Vivimos en una época marcada por una realidad inestable que, según Bauman (2011), ha transitado de ser un mundo sólido, basado en certezas, a uno líquido, donde predominan la inseguridad y la volatilidad. El concepto de «modernidad líquida» describe un entorno en constante transformación, donde los elementos que solían ser estables se han vuelto efímeros. Además, en los últimos años ha habido un resurgimiento de la preocupación en que la automatización y la digitalización puedan suponer la desaparición de un gran número de empleos en

los próximos años (Arntz et al., 2016). Este debate se ha visto alimentado por la reciente irrupción del *software* y las herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG), que han situado entre los principales temas de discusión el impacto de esta tecnología en el trabajo y la economía: ¿qué sectores y funciones se verán más afectados por la automatización? y ¿qué habilidades y competencias se requerirán en el futuro? (Vivas et al., 2023).

La introducción de la IA en la educación plantea preguntas importantes sobre cómo esta tecnología puede afectar el bienestar educativo. Desde herramientas de aprendizaje adaptativo hasta sistemas de monitoreo emocional, la IA tiene el potencial de apoyar a los estudiantes y docentes, pero también plantea desafíos éticos y técnicos que deben ser considerados.

En los últimos años ha resurgido un interés por explorar la relación entre las emociones, los espacios y las interacciones humanas. Conceptos como los «espacios afectivos» o las «arquitecturas emocionales» están adquiriendo mayor relevancia, resaltando la importancia de comprender al ser humano como un ente en constante interacción con su entorno cultural y social.

En un período histórico caracterizado por profundas transformaciones tecnológicas, la universidad tiene la responsabilidad de contribuir al verdadero bienestar de nuestros estudiantes desde el uso de una tecnología con propósito. Esto implica formar personas integrales, capaces de desarrollar todas sus dimensiones –ética, emocional, cognitiva, estética, sociopolítica– y comprometidas con su entorno y la sociedad en la que viven.

Uno de los desafíos más evidentes en la educación actual es el creciente individualismo de los estudiantes, muchas veces acompañado de una sensación de desilusión y falta de propósito. Para contrarrestar esto, es necesario ofrecer experiencias significativas que les permitan encontrar respuestas a las grandes preguntas de la vida superando la pasividad y promoviendo una actitud activa y comprometida. La educación no puede limitarse a la mera instrucción académica ni a la búsqueda exclusiva del éxito profesional. Debe fundamentarse en una visión integral de la persona, concebida como un ser relacional y abierto a los demás. En este sentido, es esencial fomentar valores como la colaboración, el respeto, la confianza y la generosidad, que son pilares de cualquier comunidad auténtica.

La IA tiene el potencial de transformar la educación a través de plataformas de aprendizaje adaptativo, análisis predictivo del rendimiento académico y asistentes virtuales para el apoyo docente (Holmes et al., 2019). Sin embargo, esta intersección también presenta desafíos éticos y técnicos que deben ser abordados para asegurar que el bienestar educativo se mantenga como una prioridad.

2. Discusión

El uso de la IA en el ámbito educativo presenta tanto oportunidades como desafíos. Por un lado, las herramientas de aprendizaje personalizadas pueden ayudar a los estudiantes a aprender de manera más efectiva y a su propio ritmo, reduciendo el estrés y mejorando el bienestar. Por otro lado, la implementación de tecnologías de monitoreo emocional plantea preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad y la autonomía de los estudiantes.

Además, la dependencia excesiva de la IA podría llevar a una disminución en las interacciones humanas, lo que podría afectar negativamente el bienestar social y emocional de los estudiantes.

Es necesario establecer un equilibrio entre el uso de la IA para mejorar el bienestar educativo y la protección de los derechos y la privacidad de los estudiantes. Esto implica el desarrollo de políticas claras que regulen el uso de la IA en entornos educativos, así como la formación de docentes para que comprendan las ventajas y limitaciones de estas tecnologías.

La implementación de la IA en el ámbito educativo ofrece numerosas ventajas, pero también plantea desafíos significativos. La personalización del aprendizaje basada en IA puede ayudar a los estudiantes a alcanzar sus objetivos académicos a su propio ritmo, lo que mejora el bienestar cognitivo y reduce el estrés. Sin embargo, la dependencia excesiva de la tecnología puede llevar a problemas de privacidad y control sobre los datos de los estudiantes. Además, el uso de algoritmos para monitorear el bienestar emocional podría ser percibido como una invasión de la privacidad si no se gestiona adecuadamente.

Existen también riesgos relacionados con la equidad y la inclusión, ya que el acceso a herramientas avanzadas de IA puede

no ser equitativo para todos los estudiantes. Aquellos en áreas con menos recursos podrían quedar en desventaja si la tecnología no está disponible universalmente, exacerbando así las desigualdades educativas existentes (Selwyn, 2019). La formación adecuada de docentes y la creación de políticas claras que regulen el uso de la IA en la educación son esenciales para mitigar estos problemas.

3. Conclusión

La IA tiene el potencial de transformar el bienestar educativo al ofrecer soluciones personalizadas, aliviar la carga administrativa de los docentes y proporcionar herramientas para el monitoreo emocional. Sin embargo, la implementación de estas tecnologías debe ser cuidadosamente gestionada para evitar problemas éticos y técnicos que puedan afectar negativamente el bienestar de estudiantes y docentes. La clave para un uso exitoso de la IA en la educación radica en la colaboración continua entre desarrolladores tecnológicos, educadores y responsables de políticas educativas, asegurando que se prioricen siempre los derechos y la privacidad de los estudiantes.

La IA tiene el potencial de transformar la educación de manera significativa mediante la mejora del bienestar educativo a través de la personalización del aprendizaje y del apoyo emocional y administrativo. Sin embargo, para que esto sea posible, es esencial abordar los desafíos éticos, técnicos y pedagógicos asociados con su uso. La colaboración entre desarrolladores de tecnología, educadores y responsables políticos será crucial para garantizar que la IA se utilice de manera responsable y efectiva en el entorno educativo y así beneficiar tanto a estudiantes como a docentes.

La universidad debe asumir el reto de utilizar esta IA no solo para formar al estudiante en competencias disponibles para satisfacer las demandas del mercado laboral, sino también para la vida, ayudándoles a desentrañar el significado del mundo y a construir un proyecto personal pleno y orientado al bien común. Esto implica promover una utilización holística de la tecnología que suponga la implicación de la inteligencia, voluntad y emociones en su uso.

En este proceso, el concepto de «mirada profunda», descrito por López Quintás, resulta fundamental. Esta perspectiva permite analizar la realidad y utilizar la IA con una comprensión plena de su valor y significado. Al adoptar esta actitud, se fomenta el asombro, la creatividad y la capacidad de transformar la realidad de manera positiva desde la utilización de una tecnología con propósito.

Desde el sistema educativo debemos preparar a los estudiantes para que sean agentes de cambio en la sociedad promoviendo un equilibrio entre su desarrollo personal y su compromiso con el entorno. La educación, entendida como un proceso continuo, debe orientarse hacia la construcción de una humanidad más solidaria y comprometida con el bien común y con la incorporación de la IA como una herramienta tecnológica cuyo propósito sea mejorar el bienestar integral de las personas.

4. Bibliografía

Arntz, M., Gregory, T. y Zierahn, U. (2016). *The risk of automation for jobs in OECD countries: A comparative analysis*. OCDE. https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en

Barrio, J. M. (1998). *Elementos de antropología pedagógica*. RIALP.

Bauman, Z. (2011). *44 cartas desde el mundo líquido*. Paidós.

Brundage, M., Avin, S., Clark, J., Toner, H., Eckersley, P., Garfinkel, B., Dafoe, A., Scharre, P., Zeitzoff, T., Filar, B., Anderson, H., Roff, H., Allen, G. C., Steinhardt, J., Flynn, C., Ó hÉigeartaigh, S., Beard, S. J., Belfield, H., Farquhar, S. … y Amodei, D. (2018). The malicious use of artificial intelligence: Forecasting, prevention, and mitigation. *arXiv preprint*. https://doi.org/10.48550/arXiv.1802.07228

García, F. J., Llorens, F. y Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la Inteligencia Artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, *27*(1). https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716

Hidalgo, J. (2021). Inteligencia Artificial y sus alcances en la educación superior. *RAI, Revista Académica Institucional*, *3*(2), 1-14.

Holmes, W., Bialik, M. y Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and implications for Teaching and Learning*. ISTE.

Huppert, F. A. y So, T. T. C. (2013). Flourishing across Europe: Application of a new conceptual framework for defining well-being. *Social*

Indicators Research, *110*(3), 837-861. https://doi.org/10.1007/s11205-011-9966-7

Llanos, J., Hidalgo, C. y Bucheli, V. (2021). Una revisión sistemática sobre aula invertida y aprendizaje colaborativo apoyados en inteligencia artificial para el aprendizaje de programación. *Tecnura*, *25*(69), 196-214. https://doi.org/10.14483/22487638.16934

Muñoz, S., Mendoza, J. y Quispe, M. (2022). Una revisión sobre el rol de la Inteligencia Artificial en la industria de la construcción. *Ingeniería y competitividad*, *24*(2). https://doi.org/10.25100/iyc.v24i2.11727

Ocaña, Y., Valenzuela, L. y Garro, L. (2019). Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propósitos y Representaciones*, *7*(2), 536-568. https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274

Rodríguez-Legendre, F., Fernández-Cruz, F. J. y Ruiz-Varela, G. (2022). La competencia de innovación del docente universitario. En J. M. Romero Rodríguez, I. Aznar Díaz, A. J. Moreno Guerrero y C. Rodríguez Jiménez (Coords.), *Desafíos de investigación educativa durante la pandemia COVID-19* (pp. 212-221). Dykinson.

Ruiz-Varela, G. (2017). *La búsqueda de sentido como camino a la felicidad: El bienestar y su relación con la felicidad en el sistema universitario español* (Tesis doctoral). Universidad Francisco de Vitoria. http://hdl.handle.net/10641/1886

Russell, S. J. y Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.

Selwyn, N. (2019). *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Polity Press.

Soto, J. Á. (2023). La «velocidad de escape» de la IA y el futuro del trabajo. *Nuevas Tendencias*, *110*, 37-39. https://revistas.unav.edu/index.php/nuevas-tendencias/article/view/45027

Valdez, A., Aréchiga, D. y Daza Marco, T. (2024). Inteligencia Artificial y su uso en las campañas electorales en sistemas democráticos. *Revista Venezolana de Gerencia*, *29*(105), 63-76. https://doi.org/10.52080/rvgluz.29.105.5

Vázquez, M. L., Jara, R. E., Riofrio, C. E. y Teruel, K. P. (2018). Facebook como herramienta para el aprendizaje colaborativo de la Inteligencia Artificial. *Didáctica y Educación*, *9*(1), article 1.

Vivas, M. D., Ruiz, M. A., Ruiz-Varela, G., Álvarez, M. J. y Ordóñez, F. (2023). UAX Skill School: el desarrollo competencial del estudiante UAXmaker. En M. M. Molero Jurado, M. M. Simón Márquez, Á. Martos Martínez, M. C. Pérez Fuentes y M. Sisto (Comps.), *Innova-*

ción docente e investigación en educación y ciencias sociales: Nuevas tendencias para el cambio en la enseñanza superior (pp. 267-280). Editorial Dykinson.

World Economic Forum (2023). *The future of jobs report 2023*. https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2023/

14

Redes docentes y desarrollo profesional mediante teoría de redes en educación

Rubén Juárez Cádiz
Universidad Internacional de la Empresa,
Universidad a Distancia de Madrid, Madrid, España

Introducción

En la educación digital, caracterizada por la rápida evolución tecnológica y el amplio acceso a plataformas interactivas, la teoría de redes se perfila como una herramienta esencial para entender y mejorar la dinámica de enseñanza-aprendizaje. Mediante nodos (personas o entidades) y enlaces (relaciones o interacciones) es posible visualizar la estructura de una comunidad educativa y descubrir flujos de información, patrones de colaboración y barreras potenciales. Identificar a los nodos centrales o «puentes» entre grupos ayuda a difundir innovaciones pedagógicas de manera equitativa, fortaleciendo el aprendizaje colaborativo, la inclusión y el liderazgo distribuido.

1. Marco teórico

1.1.¿Qué es la teoría de redes?

La teoría de redes se enfoca en nodos (individuos o entidades) y enlaces (interacciones o relaciones) para ofrecer una representación detallada de los sistemas educativos. Cada nodo –sea estudiante, docente o recurso– posee un grado variable de influencia y conexión (Daly, 2010), lo que permite comprender cómo evolucionan las interacciones en una comunidad de aprendizaje.

El análisis de redes va más allá de identificar conexiones; también considera la topología, la centralidad de ciertos actores y la resiliencia de la red (Grunspan et al., 2014). La centralidad, en particular, ayuda a reconocer nodos clave en términos de influencia y flujo de información, crucial para reforzar el aprendizaje colaborativo y desarrollar estrategias inclusivas (Haythornthwaite, 2011).

En síntesis, el modelado de redes educativas aporta una visión profunda de las relaciones y estructuras de aprendizaje, ofreciendo herramientas para intervenir y mejorar la cohesión y eficacia de los entornos educativos.

1.2. Definición y justificación del problema de investigación

En la educación actual, marcada por la expansión de plataformas digitales y entornos colaborativos, entender la dinámica de interacción es fundamental para optimizar el aprendizaje. Sin embargo, en redes complejas, la estructura de las conexiones y el rol de actores clave (por ejemplo, estudiantes o docentes muy conectados) a menudo resulta poco evidente, lo que dificulta la intervención pedagógica y la integración equitativa de todos los participantes (Daly, 2010).

La teoría de redes sociales, basada en nodos y enlaces, posibilita modelar y analizar visualmente estas interacciones. Este estudio aborda cómo centralidad, cohesión, densidad y clústeres afectan las redes educativas y analiza su impacto en la difusión del conocimiento, la cohesión de grupo y el liderazgo distribuido (Grunspan et al., 2014). Con ello se buscan patrones de conexión y liderazgo que guíen intervenciones pedagógicas más eficaces que fomenten la inclusión de estudiantes y docentes en el proceso educativo.

1.3. Propiedades de las redes aplicadas al entorno educativo

La centralidad indica la importancia de un nodo en la red. En un aula, un estudiante con alta centralidad posee múltiples conexiones y puede fungir como líder de opinión y difusor de información (Daly, 2010). Conociendo este rol, los docentes pueden apoyar a alumnos menos conectados para impulsar su integración.

La cohesión mide el grado de conexión dentro de un grupo. Altos niveles de cohesión reflejan colaboración activa y ambientes de

aprendizaje cooperativo, mientras que una cohesión baja evidencia aislamiento y necesidad de intervención (Haythornthwaite, 2011).

La densidad describe la proporción de enlaces existentes frente a los enlaces posibles. En redes educativas, una densidad alta indica comunicación frecuente, pero también puede llevar a sobrecarga de interacciones (Rienties y Tempelaar, 2018).

Los clústeres representan subgrupos con mayor conexión interna que con el resto de la red. En educación revelan grupos de trabajo o comunidades de aprendizaje; analizar su formación y conectividad aporta información valiosa sobre dinámicas grupales y oportunidades de mejora colaborativa.

La teoría de redes también se aplica a la colaboración docente, pues facilita la identificación de líderes informales o expertos, optimizando el reparto de recursos e impulsando redes de aprendizaje profesional (Daly, 2010).

1.4. Aplicaciones educativas de la teoría de redes

La teoría de redes en educación observa nodos (individuos) y enlaces (interacciones) para analizar cómo se generan y transmiten el conocimiento y la colaboración en contextos diversos (Daly, 2010). Un estudiante con múltiples conexiones ejerce un liderazgo informal al facilitar la comunicación grupal; sus enlaces se forman a partir de debates en línea, chats y actividades colaborativas. De igual manera, en las redes docentes, un profesor de alta conectividad suele promover innovaciones pedagógicas y buenas prácticas (Moolenaar, 2012).

Mediante el modelado como grafos se identifican patrones de centralidad y cohesión grupal, así como «puentes» que unen subgrupos aislados o nodos con un rol destacado en la diseminación de información (Grunspan et al., 2014). El análisis de nodos periféricos revela oportunidades para intervenciones que mejoren la inclusión y la participación de estudiantes o docentes menos integrados (Haythornthwaite, 2011). Herramientas como Moodle o Google Classroom permiten cuantificar estas interacciones: en una red de aula se calcula la centralidad de intermediación para ubicar a los estudiantes que conectan grupos, y en una comunidad docente, la centralidad de grado identifica a quienes comparten y difunden estrategias de enseñanza. Dichas métricas orientan intervenciones específicas para reforzar la co-

hesión, aprovechar líderes informales y promover el aprendizaje colaborativo (Daly, 2010; Grunspan et al., 2014).

2. Método: red de interacción estudiantil en un aula virtual y red de colaboración docente en una comunidad profesional

2.1. Diseño del estudio

Este trabajo emplea el análisis de redes sociales (SNA, por sus siglas en inglés) para modelar y examinar tanto la red estudiantil como la docente. Los nodos representan a estudiantes o docentes y los enlaces reflejan sus interacciones. Este diseño permite analizar cómo la estructura de la red y la posición de cada nodo influyen en la colaboración, el aprendizaje y la circulación de información en entornos educativos. A través de este enfoque, se identifican patrones que evidencian la dinámica de aprendizaje y cooperación en dichas redes.

2.2. Recolección de datos

Se recopilaron dos conjuntos de datos:

- Red estudiantil: información extraída de una plataforma en línea (mensajes en foros, chats grupales y proyectos). Los nodos son los estudiantes y los enlaces dirigidos reflejan la comunicación y colaboración académica.
- Red docente: datos provenientes de una comunidad de aprendizaje profesional en Microsoft Teams y Slack. Aquí, los nodos representan a los docentes y los enlaces indican intercambio de recursos, participación en proyectos y asistencia a talleres de desarrollo profesional.

Este enfoque comparativo permite entender cómo circula y se organiza el conocimiento en ambos entornos.

2.3. Análisis de redes y métricas empleadas

Para examinar la estructura y comportamiento de cada red, se aplicaron diversas métricas de análisis de redes con objetivos específicos:

- Centralidad de grado: cuantifica el número de conexiones directas de cada nodo, reflejando su nivel de actividad.
  - En la red estudiantil, identifica a estudiantes líderes de opinión o facilitadores del aprendizaje colaborativo.
  - En la red docente, señala a quienes participan con mayor frecuencia en discusiones y colaboraciones actuando como referentes en la comunidad.
- Centralidad de intermediación: valora la influencia de un nodo como puente entre distintos subgrupos.
  - En la red estudiantil, aquellos con alta intermediación difunden información entre grupos de trabajo promoviendo cohesión.
  - En la red docente, se localizan los docentes que conectan áreas de especialización, vitales para la transferencia de innovaciones pedagógicas.
- Centralidad de vector propio (*eigenvector*): empleada en la red docente para ubicar a los profesionales con mayor influencia global considerando la relevancia de sus conexiones.
- Análisis de clústeres (algoritmo Louvain):
  - En la red estudiantil, identifica subgrupos de alta interacción revelando patrones de colaboración o posibles aislamientos.
  - En la red docente, delimita comunidades de práctica o áreas de especialización apuntando a intercambios de conocimiento entre subgrupos.
- Densidad de red: mide cuán conectado está el conjunto de nodos en función de los enlaces posibles.
  - Una alta densidad estudiantil sugiere flujo constante de información y colaboración.
  - En la red docente, una densidad equilibrada fomenta la colaboración sin generar saturación.

2.4. Análisis estadístico

Se llevaron a cabo pruebas estadísticas para complementar el análisis de redes y validar la relación entre ciertas métricas y los resultados de aprendizaje o participación:

- Correlación:
  - En la red estudiantil se examinó la relación entre centralidad de grado y rendimiento académico para determinar si

estudiantes con mayor centralidad presentan mejor desempeño.
  - En la red docente se analizó la correlación entre la centralidad de *eigenvector* y la participación en actividades de desarrollo profesional, evaluando si los docentes con mayor influencia son más activos en su formación continua.
- Análisis de varianza (ANOVA):
  - En la red estudiantil sirvió para comparar el rendimiento académico entre distintos clústeres para revelar posibles diferencias de desempeño.
  - En la red docente permitió identificar variaciones significativas en el nivel de influencia entre subgrupos y orientar estrategias de capacitación y desarrollo profesional.

2.5. Procedimiento

El análisis inició con la limpieza y organización de los datos en matrices de adyacencia, reflejando la presencia o ausencia de interacciones entre pares. Luego se visualizaron las redes por medio de gráficos y se resaltaron patrones de centralidad, intermediación y cohesión.

Posteriormente, se calcularon métricas con *software* especializado (Gephi y NetworkX en Python) para cuantificar centralidades, densidades y clústeres. Estas visualizaciones permitieron identificar nodos y enlaces clave dentro de cada red.

Finalmente, los resultados fueron interpretados a la luz de las preguntas de investigación y comparados con estudios previos para validar su pertinencia. Dicho proceso aportó una visión detallada de la dinámica en las redes de estudiantes y docentes sentando bases para intervenciones pedagógicas y mejoras en la colaboración educativa.

3. Resultados

3.1. Red de interacción estudiantil en un aula virtual

En el contexto del aula virtual, los estudiantes colaboran a través de diversas herramientas como foros, chats y tareas grupales. Cada interacción puede visualizarse y analizarse mediante un

grafo dirigido, donde los nodos representan a cada estudiante y los enlaces dirigidos reflejan las interacciones específicas, como responder a un mensaje en el foro o comentar una tarea de otro compañero. A través de la centralidad de grado, es posible cuantificar el número de conexiones de cada nodo, lo que permite identificar a los estudiantes más activos y conectados dentro de la red. Un estudiante con alta centralidad de grado puede ser aquel que inicia o recibe más respuestas en las discusiones, convirtiéndose en un facilitador de la colaboración en el grupo.

El grafo de interacción estudiantil muestra las conexiones entre estudiantes en función de sus interacciones, donde los tamaños de los nodos reflejan la centralidad de grado indicando quiénes son los estudiantes más activos y conectados. Además, se observan subgrupos de estudiantes que tienden a interactuar más entre sí.

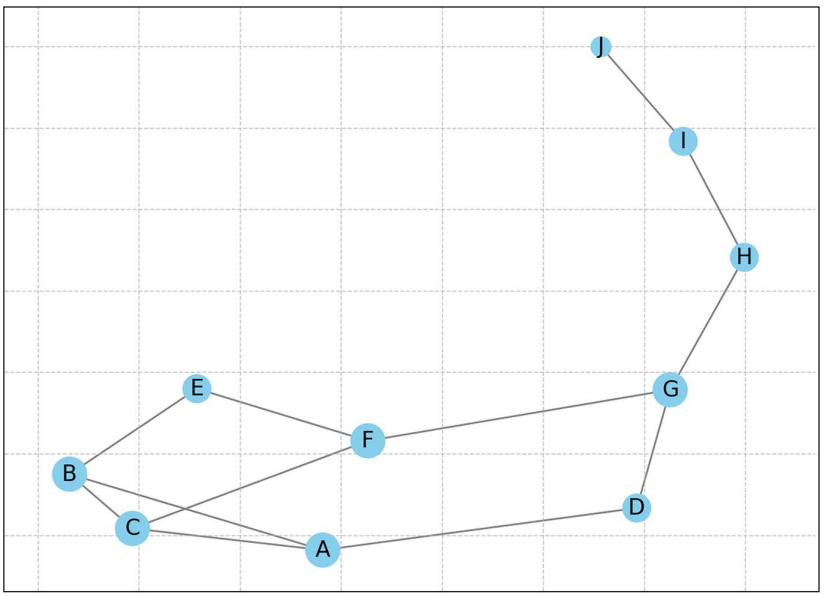

Figura 1. Grafo de interacción estudiantil (aula virtual)

Para obtener una comprensión más profunda sobre el flujo de información y la influencia de ciertos estudiantes dentro de la red, se aplicó la centralidad de intermediación, la cual identifica a los nodos que actúan como puentes entre subgrupos. Los estudiantes con alta intermediación facilitan la difusión de informa-

ción entre diferentes grupos de trabajo, lo cual puede ser crucial en tareas interdependientes donde cada subgrupo desarrolla un componente de un proyecto mayor.

El análisis de clústeres mediante el algoritmo Louvain permitió identificar subredes o comunidades dentro del grafo estudiantil. Estas subredes suelen formarse alrededor de temas de interés específico o de grupos de tareas, reflejando qué estudiantes interactúan más entre sí. Por ejemplo, un clúster puede representar a un grupo enfocado en tareas de programación, mientras que otro se concentra en estudios de casos o teoría. Esta segmentación permite a los docentes diseñar intervenciones que promuevan la interacción entre clústeres para evitar así la fragmentación de la clase en «islas de conocimiento» y asegurar que el aprendizaje sea compartido de forma transversal entre todos los estudiantes.

En esta red se identificaron los siguientes clústeres: el clúster 1 incluye a los estudiantes E, F, A, B y C, que representan un grupo altamente interconectado y que facilita la colaboración sólida. El clúster 2 está compuesto por los estudiantes D y G, que forman

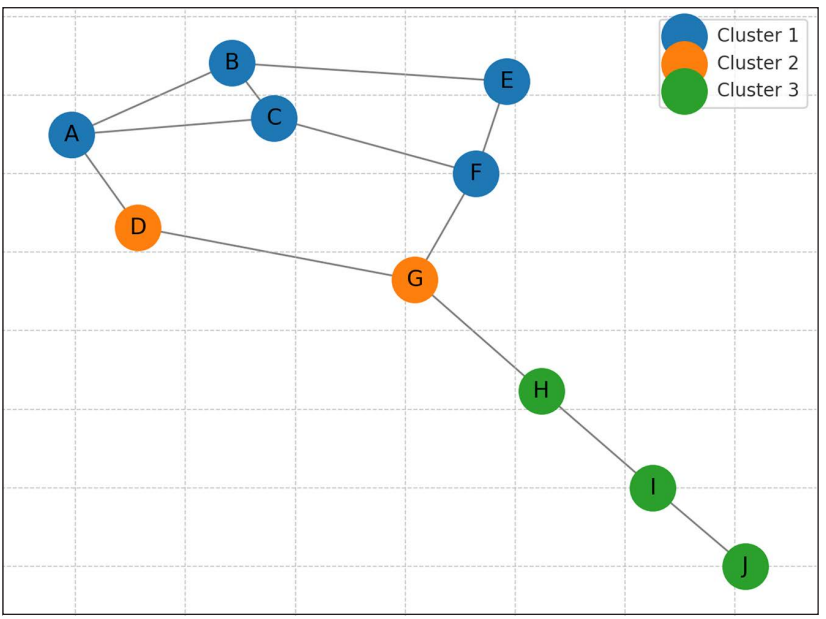

Figura 2. Grafo de interacción estudiantil con clústeres identificados en un aula virtual (método Louvain)

un subgrupo más pequeño que podría beneficiarse de una mayor integración con otros clústeres para fomentar la colaboración. Finalmente, el clúster 3, que incluye a los estudiantes J, H e I, representa otro grupo distintivo que podría estar enfocado en temas o proyectos específicos, con poca interacción con los otros clústeres. Estos clústeres reflejan formaciones de subgrupos naturales, lo cual puede ayudar a los docentes a identificar grupos que podrían requerir apoyo adicional o fomentar la colaboración entre ellos para mejorar el intercambio de conocimientos.

3.2. Red de colaboración docente en una comunidad profesional

La red de colaboración docente se desarrolla en una comunidad profesional en plataformas como Microsoft Teams o Slack, donde cada docente es un nodo y los enlaces representan interacciones tales como el intercambio de recursos, colaboración en proyectos o respuesta a preguntas de otros colegas. Para identificar a los líderes informales y maximizar la difusión de conocimientos, se utilizó la centralidad de *eigenvector*, que mide no solo el número de conexiones de un nodo, sino también el peso de estas conexiones. Los docentes con alta centralidad de *eigenvector* son aquellos conectados a otros nodos influyentes, lo cual los convierte en figuras clave para la diseminación de innovaciones pedagógicas. Este análisis permite a los administradores identificar a los docentes que pueden liderar proyectos piloto de nuevas metodologías garantizando una adopción rápida y eficaz en toda la red.

El grafo de colaboración docente muestra los tamaños de los nodos de acuerdo con su centralidad de *eigenvector*, destacando a los docentes con mayor influencia y conexión dentro de la red. Estos nodos representan figuras clave para diseminar prácticas pedagógicas y recursos en la comunidad.

Además, un análisis de densidad de la red permite observar el grado de interconexión de la red en su conjunto. Una alta densidad sugiere que los docentes colaboran y comparten información con frecuencia, mientras que una baja densidad indica que existen nodos menos activos o menos conectados. Esta información resulta esencial para planificar intervenciones que fomenten la colaboración, como talleres o programas de mentoría, fa-

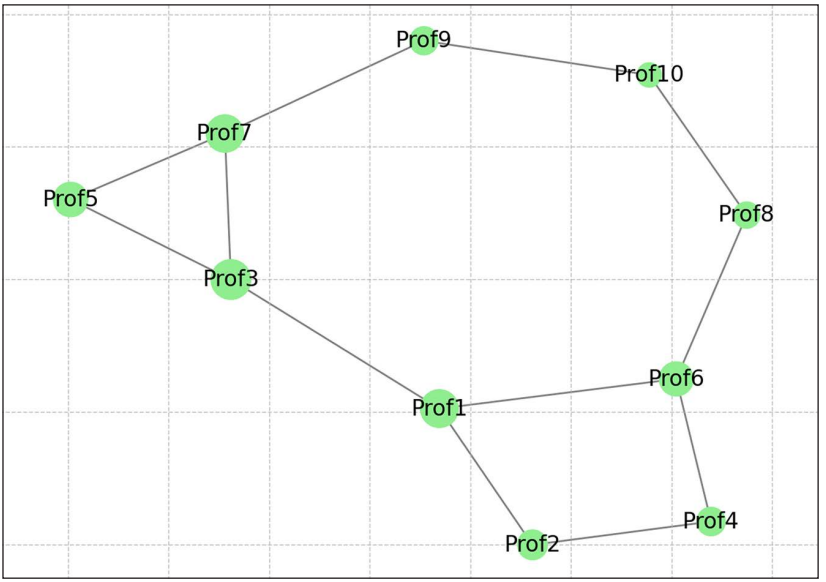

Figura 3. Grafo de colaboración docente (comunidad profesional)

ciliten la integración de los docentes menos involucrados y fortalezcan la cohesión de la red.

El uso de métricas de resiliencia, como la centralidad de cercanía, permitió evaluar la rapidez con la que la información circula en la red. Esto resulta particularmente relevante en entornos de formación continua, donde es importante que todos los docentes reciban actualizaciones o directrices en tiempo real. Los docentes con alta centralidad de cercanía se identifican como difusores eficientes de información crítica que permiten que la red mantenga una comunicación fluida y evitan «cuellos de botella» en el flujo de conocimientos.

En esta red, los clústeres identificados incluyen al clúster 1, compuesto por los profesores Prof1, Prof2, Prof4 y Prof6, quienes forman un grupo altamente conectado y que probablemente actúan como figuras centrales para la diseminación de recursos y el liderazgo en la red. El clúster 2 incluye a los profesores Prof5, Prof7 y Prof3, quienes conforman un subgrupo moderado y cohesivo, posiblemente enfocado en tareas especializadas. Por último, el clúster 3, integrado por los profesores Prof9, Prof10 y Prof8, representa un grupo con enfoque en recursos o enfoques pedagógicos específicos. Esta segmentación de clústeres refleja

áreas de especialización e influencia dentro de la comunidad, lo que permite a los administradores adaptar programas de desarrollo profesional y mentoría de forma eficaz.

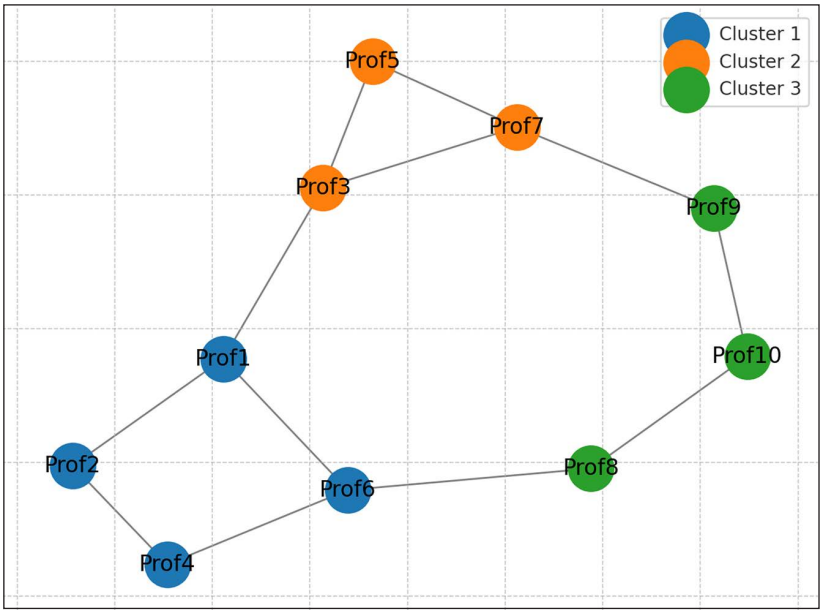

Figura 4. Grafo de colaboración docente (método Louvain)

3.3. Análisis de datos estadístico rigoroso

Para reforzar los hallazgos del análisis de redes (SNA), se emplearon pruebas estadísticas que evaluaron la relación entre las métricas de red y los resultados educativos:

- Correlación:
  - En la red estudiantil se analizó la conexión entre centralidad (grado y *eigenvector*) y rendimiento académico.
  - En la red docente se examinó el vínculo entre centralidad y la participación en actividades de desarrollo profesional.
  - Se consideraron significativos los valores con $p < 0{,}05$.
- ANOVA (análisis de varianza):
  - Comparó la cohesión y centralidad entre clústeres estudiantiles, explorando diferencias en el rendimiento académico.

  - En la red docente permitió analizar variaciones en la influencia e intercambio de recursos entre clústeres.
- Pruebas T para mediciones dependientes:
  - Se aplicaron cuando existieron mediciones repetidas para evaluar cambios en cohesión y centralidad antes y después de intervenciones pedagógicas.

Estas pruebas estadísticas complementaron el SNA y aportaron una base sólida para interpretar las dinámicas de interacción, fortaleciendo la validez y consistencia de los resultados en entornos educativos.

4. Discusión y conclusión

Este estudio explora el impacto de la centralidad, la cohesión y los roles de liderazgo en redes educativas de estudiantes y docentes. Los resultados destacan que los nodos con alta centralidad, tanto en la red estudiantil como en la profesional, actúan como facilitadores clave del aprendizaje y la colaboración, distribuyendo información y reduciendo el aislamiento. Sin embargo, la cohesión de los grupos, en algunos casos, parece tener un efecto independiente en el aprendizaje colaborativo, lo que invita a reconsiderar la relación entre centralidad y cohesión en redes educativas.

El análisis de clústeres reveló patrones únicos que ayudan a entender la estructura y dinámica de las redes, identificando subgrupos (clústeres) que pueden beneficiarse de actividades para fomentar una mayor interconexión. Los nodos que actúan como puentes entre clústeres resultan esenciales para un flujo de conocimiento más inclusivo, mientras que los análisis longitudinales sugieren que los roles de liderazgo pueden evolucionar con el tiempo y permitir a instituciones educativas ajustar sus estrategias de intervención para maximizar el aprendizaje colaborativo.

Las aplicaciones prácticas incluyen la identificación y apoyo a líderes naturales, estrategias para integrar nodos aislados y el uso de los clústeres para fortalecer la cohesión en las redes educativas. Además, este estudio promueve la teoría de redes como una herramienta para gestionar y mejorar las dinámicas de aprendizaje en entornos educativos, subrayando la importancia de una

red educativa estructurada que fomente la inclusión, la resiliencia y la colaboración efectiva en el aprendizaje del siglo XXI.

5. Bibliografía

Daly, A. J. (Ed.). (2010). *Social network theory and educational change*. Harvard Education Press.

Grunspan, D. Z., Wiggins, B. L. y Goodreau, S. M. (2014). Understanding classrooms through social network analysis: A primer for social network analysis in education research. *CBE–Life Sciences Education, 13*(2), 167-178. https://doi.org/10.1187/cbe.13-08-0162

Haythornthwaite, C. (2011). Learning networks, crowds and communities. En *LAK'11: Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 18-22). https://doi.org/10.1145/2090116.2090119

Moolenaar, N. M. (2012). A social network perspective on teacher collaboration in schools: Theory, methodology, and applications. *American Journal of Education, 119*(1), 7-39. https://doi.org/10.1086/667715

Rienties, B. y Tempelaar, D. (2018). Turning groups inside out: A social network perspective. *Higher Education Research & Development, 37*(2), 317-334. https://doi.org/10.1080/10508406.2017.1398652

15

La web3 en la educación: transformando la pedagogía y el aprendizaje en el aula

FERNANDO RODRÍGUEZ SELA
Universidad Alfonso X El Sabio, Madrid, España

Introducción

La evolución de la web ha transformado profundamente la manera en que interactuamos, aprendemos y trabajamos. Desde sus inicios, como una red de documentos estáticos hasta la actual web3, cada fase ha impulsado la conectividad y la interacción digital a nuevos niveles.

En 1989, Tim Berners-Lee presentó una propuesta para un protocolo innovador (HTTP) con el objetivo de facilitar la compartición de documentos en el CERN (Berners-Lee, 1989). Este protocolo se convirtió en uno de los pilares de la «World Wide Web» (www) que conocemos hoy.

A lo largo de su evolución, la web no ha dejado de transformarse, revolucionando nuestra interacción digital. En este capítulo, exploraremos la web3, una nueva era de la web que utiliza tecnologías avanzadas como *blockchain* para crear un entorno descentralizado, seguro y transparente. A diferencia de sus predecesoras, la web3 promete cambiar radicalmente la forma en que se gestionan los datos, se realiza el comercio y se distribuyen los recursos educativos, ofreciendo una experiencia que redefine los conceptos de seguridad y control en la red.

1. Marco teórico

Antes de profundizar en la web3, revisemos los cambios que ha experimentado la web a lo largo de los años:

Web1
Conocida como «la Web estática». Fue la primera generación de la web, donde los sitios web consistían principalmente en páginas de solo lectura en las que los usuarios consumían información sin posibilidad de interacción o participación activa.

Web2
Conocida como «la Web dinámica». Marcó una evolución significativa con la introducción de la interactividad. Grandes plataformas de redes sociales, blogs y wikis permitieron a los usuarios no solo consumir contenido, sino también generarlo y compartirlo. Sin embargo, esta fase se caracteriza por la centralización de los servicios en empresas (dominio «GAFAM» Google, Amazon, Facebook, Apple y Microsoft), quienes además custodian los datos personales de los usuarios y pierden el control sobre el uso o posible mal uso de su información.

Web3
La web3 busca devolver el control de los datos al usuario mediante la descentralización de servicios a través tecnologías descentralizadas como *blockchain*, proporcionando mayor seguridad, privacidad y transparencia.

1.1. Conceptos básicos de la web3

En 2008, Satoshi Nakamoto publicó un artículo titulado *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System* (Nakamoto, 2008), donde describe un protocolo innovador para almacenar un libro contable inalterable en una red descentralizada de nodos independientes, sin necesidad de confianza mutua entre ellos, aunque no solo son útiles en el ámbito financiero.

1.2. Contratos inteligentes en el mundo educativo

Los contratos inteligentes tienen un gran potencial para transformar la educación al ofrecer transparencia, eficiencia y automati-

zación en varios procesos. Ejecutados en una *blockchain*, pueden activarse automáticamente cuando se cumplen condiciones específicas, eliminando intermediarios y garantizando el cumplimiento seguro de las reglas. Algunas de las principales aplicaciones de los contratos inteligentes en educación incluyen:

Certificación y verificación de credenciales
Los contratos inteligentes pueden emitir y verificar automáticamente títulos académicos, certificados, diplomas y otras credenciales. Este proceso asegura la autenticidad, permanencia y verificabilidad de las certificaciones académicas, facilitando su validación por empleadores e instituciones educativas sin riesgo de falsificación (Sharples y Domingue, 2016). Además, los estudiantes pueden tener un «portafolio de credenciales» digital accesible en cualquier momento, lo que facilita su trayectoria académica y profesional.

Gestión de pagos y becas
La automatización de pagos de matrículas, tasas y becas mediante contratos inteligentes reduce significativamente la burocracia y asegura una distribución justa y eficiente de los fondos. Por ejemplo, una beca puede ser liberada automáticamente al cumplir el estudiante con ciertos requisitos, como un promedio de calificaciones determinado (Grech y Camilleri, 2017).

Plataformas de aprendizaje personalizado
Los contratos inteligentes pueden gestionar el acceso a cursos y recursos educativos, lo que permite a los estudiantes acceder a módulos específicos solo después de completar las tareas anteriores o de pagar las tarifas correspondientes. Esto facilita un aprendizaje adaptativo en el cual los estudiantes avanzan en función de su propio ritmo y desempeño. Una vez finalizado un curso, los certificados pueden emitirse automáticamente, otorgando reconocimiento inmediato (Chen et al., 2018).

Seguimiento del rendimiento y progreso
Con contratos inteligentes, el rendimiento y progreso de los estudiantes se registra de manera inmutable en la *blockchain*. Esto permite a estudiantes, docentes y empleadores acceder a un historial preciso y transparente del desarrollo académico (Turkanović et al., 2018).

Contratación y gestión de personal educativo
En la gestión de recursos humanos, los contratos inteligentes pueden automatizar procesos como la contratación, el pago de salarios y la evaluación del desempeño de profesores y personal administrativo, asegurando procesos justos y basados en méritos (Zhang et al., 2019).

***Crowdfunding* para proyectos educativos**
Los contratos inteligentes permiten el financiamiento de proyectos educativos mediante plataformas de *crowdfunding*, donde los fondos recaudados se liberan automáticamente al alcanzarse ciertos hitos del proyecto. Este sistema fomenta la transparencia y la rendición de cuentas (Steiu et al., 2020).

2. Metodología

Para este estudio, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura académica y de casos prácticos sobre el uso de contratos inteligentes y tecnologías *blockchain* en el ámbito educativo, así como el análisis de casos de instituciones educativas que ya han experimentado con estas tecnologías y entrevistas con expertos en tecnología educativa y *blockchain* para comprender mejor las aplicaciones y los desafíos en entornos educativos reales.

Para evaluar el uso de contratos inteligentes en el ámbito educativo, se diseñó una prueba técnica en una clase de Ingeniería Informática donde los estudiantes desarrollaron contratos inteligentes en un proyecto simulado replicando el entorno operativo de una empresa. Esto les permitió experimentar con *blockchain* y explorar su uso en la gestión automatizada de procesos y recursos.

2.1. Diseño de la actividad

La actividad consistió en que los estudiantes crearan contratos inteligentes en una plataforma de *blockchain* inspirándose en situaciones empresariales reales, tales como la gestión de pagos, certificaciones y contratos de trabajo. Se establecieron equipos y cada grupo debía seleccionar un área funcional de una empresa (por ejemplo, finanzas, recursos humanos o gestión de productos) y desarrollar un contrato inteligente que automatizara procesos

clave en esa área. Esta metodología de aprendizaje basado en proyectos permitió a los estudiantes aplicar conocimientos teóricos de *blockchain* y programación en Solidity, el lenguaje de contratos inteligentes de Ethereum (Ethereum Foundation, 2015).

2.2. Herramientas y recursos

Para el desarrollo de los contratos, los estudiantes utilizaron la red de pruebas Rinkeby, un entorno que simula la red principal de Ethereum sin requerir transacciones monetarias reales. Además, emplearon herramientas como Remix IDE, para la programación de contratos en Solidity, y MetaMask, para gestionar sus carteras digitales y firmar transacciones. Estas herramientas proporcionaron un entorno seguro y controlado para que los estudiantes experimentaran y comprendieran la funcionalidad de los contratos inteligentes en el contexto de *blockchain* (Grech y Camilleri, 2017; Chen et al., 2018).

2.3. Proceso de evaluación

La evaluación de los proyectos se basó en varios criterios: la correcta implementación del contrato, la creatividad en la aplicación y la capacidad para automatizar y simplificar procesos empresariales. También se consideraron aspectos como la seguridad del contrato y la capacidad para manejar situaciones de excepción, elementos cruciales para el éxito de los contratos inteligentes en aplicaciones del mundo real (Sharples y Domingue, 2016).

Cada equipo presentó su proyecto ante la clase, explicando la funcionalidad de su contrato inteligente y realizando una demostración en vivo de su funcionamiento. Este enfoque no solo fomentó la participación y el aprendizaje colaborativo, sino que también permitió a los estudiantes reflexionar sobre los desafíos y beneficios de aplicar contratos inteligentes en un entorno realista (Turkanović et al., 2018).

2.4. Recopilación de datos y análisis

Se emplearon cuestionarios para recopilar datos sobre la experiencia de los estudiantes y su percepción de la utilidad de los

contratos inteligentes en el ámbito empresarial y educativo. Los cuestionarios incluían preguntas sobre la dificultad técnica de la actividad, la comprensión del concepto de descentralización y las implicaciones éticas y de privacidad de la tecnología *blockchain* (Berners-Lee, 1989; Nakamoto, 2008).

La información recopilada se analizó cualitativamente para identificar patrones en las respuestas de los estudiantes. Los resultados del análisis de datos proporcionaron una comprensión detallada de cómo los contratos inteligentes pueden integrarse en los procesos educativos y de los desafíos asociados a su implementación en contextos académicos.

3. Resultados: desafíos y consideraciones éticas

Los resultados de la actividad práctica realizada con los estudiantes de Ingeniería Informática revelaron varios aspectos clave sobre el uso de contratos inteligentes en entornos educativos. A continuación, se destacan los principales desafíos y consideraciones éticas identificados durante el desarrollo y la evaluación de la actividad.

3.1. Escalabilidad

Aunque la actividad se realizó en un entorno de pruebas con un número limitado de participantes, se evidenció que la implementación de contratos inteligentes a gran escala, como en instituciones educativas con miles de estudiantes y personal, podría enfrentar problemas de escalabilidad. Las plataformas *blockchain* actuales no están diseñadas para manejar de manera eficiente un volumen elevado de transacciones simultáneas, lo cual requeriría una infraestructura tecnológica robusta y soluciones de optimización específicas para entornos educativos masivos (Grech y Camilleri, 2017).

Durante la actividad, los estudiantes reportaron problemas de rendimiento al realizar múltiples transacciones en la red de *blockchain* de prueba. Esto reflejó los potenciales problemas de escalabilidad a gran escala, especialmente en instituciones con un número elevado de estudiantes y personal.

Tabla 1. Desafíos técnicos y dificultades de los estudiantes

Desafío	Observación	% de estudiantes con dificultad
Escalabilidad	Lentitud en la red al realizar múltiples transacciones.	65 %
Rendimiento	Tiempo de procesamiento mayor al previsto para simulaciones complejas.	72 %

3.2. Privacidad y seguridad de los datos

La actividad destacó la importancia de manejar de forma segura y privada la información académica y personal de los estudiantes. Aunque los contratos inteligentes permiten registrar datos de manera transparente e inmutable, esto implica un riesgo potencial para la privacidad si no se implementan correctamente medidas de seguridad. En el ámbito educativo, es fundamental proteger la información de los estudiantes, lo cual requiere desarrollar contratos inteligentes con protocolos de seguridad y anonimización de datos para minimizar cualquier riesgo de exposición indebida (Sharples y Domingue, 2016).

En el diseño de los contratos se advirtió la necesidad de proteger la privacidad de los datos de los estudiantes. Los participantes señalaron la importancia de gestionar cuidadosamente la información personal en un sistema donde los registros son inmutables y permanentes.

Tabla 2. Desafíos de privacidad y seguridad

Aspecto	Observación	% de estudiantes que identificaron el desafío
Privacidad de datos	Riesgo de exposición de datos personales al almacenar información académica en la *blockchain*.	58 %
Seguridad de acceso	Necesidad de cifrado y anonimización en la implementación de contratos para proteger datos personales.	64 %

3.3. Interoperabilidad

La actividad mostró que para que los contratos inteligentes sean realmente útiles en el ecosistema educativo, deben integrarse con sistemas existentes, como las plataformas de gestión de aprendizaje y las bases de datos académicas. La falta de interoperabilidad podría limitar la eficacia de los contratos inteligentes creando sistemas desconectados que dificultan el acceso y la transferencia de información entre diferentes plataformas. Esto subraya la necesidad de desarrollar contratos inteligentes que puedan interactuar de manera fluida con otras infraestructuras tecnológicas del entorno educativo (Turkanović et al., 2018).

La interoperabilidad surgió como un desafío en la actividad, ya que los estudiantes descubrieron que los contratos inteligentes no se integraban fácilmente con las plataformas educativas existentes. Esta limitación podría llevar a sistemas desconectados en un entorno real.

Tabla 3. Desafíos de integración y transferencia de datos

Aspecto	Observación	% de estudiantes que experimentaron el desafío
Integración con LMS	Dificultad para vincular contratos inteligentes con sistemas de gestión educativa.	69 %
Transferencia de datos	Limitaciones en la sincronización de datos entre *blockchain* y bases de datos.	61 %

3.4. Costos de implementación

Un aspecto crítico es el costo inicial de desarrollar e implementar contratos inteligentes en un entorno educativo (tiempo y recursos). La creación de contratos inteligentes personalizados para gestionar procesos educativos requiere una inversión en infraestructura y capacitación, lo cual puede ser una barrera para instituciones con recursos limitados. Los estudiantes también observaron que el uso de *blockchain* en educación podría no ser viable en todas las instituciones, especialmente aquellas con presupuestos reducidos (Chen et al., 2018).

Tabla 4. Costos asociados al desarrollo e implementación

Costo	Observación	% de estudiantes que señalaron el costo
Tiempo de desarrollo	Tiempo prolongado para programar y probar los contratos.	75 %
Recursos técnicos	Necesidad de infraestructura y capacitación para la implementación.	68 %

3.5. Consideraciones éticas

La implementación de contratos inteligentes en educación plantea retos éticos vinculados al acceso y la equidad, ya que no todos tienen igual acceso a tecnologías avanzadas, lo que podría ampliar la brecha digital. También preocupa el exceso de automatización, que podría reducir la flexibilidad y el juicio humano en situaciones complejas. Es crucial adoptar un enfoque inclusivo y equilibrado que combine tecnología y participación humana (Zhang et al., 2019; Birch et al., 2020).

En conjunto, estos desafíos subrayan la necesidad de una implementación cuidadosa y estratégica de los contratos inteligentes en el ámbito educativo. Para que la tecnología pueda ser una herramienta eficaz, deben considerarse tanto los aspectos técnicos como los éticos y las instituciones deben estar preparadas para invertir en infraestructura y políticas que promuevan la privacidad, la seguridad y la equidad.

Los estudiantes también expresaron inquietudes éticas sobre el uso de la tecnología. En particular, mencionaron el potencial de desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos y la necesidad de flexibilidad para adaptarse a diferentes contextos educativos.

Tabla 5. Percepciones éticas estudiantiles sobre uso de la tecnología

Consideración ética	Observación	% de estudiantes que expresaron inquietud
Brecha digital	Desigualdad en el acceso a la tecnología avanzada entre instituciones.	54 %
Dependencia de automatización	Riesgo de limitar la intervención humana en procesos complejos.	60 %

4. Discusión y conclusión

Los contratos inteligentes ofrecen una oportunidad sin precedentes para transformar el sistema educativo al proporcionar mayor transparencia, eficiencia y seguridad en una variedad de procesos. Sin embargo, la adopción generalizada de esta tecnología requiere una evaluación detallada de los desafíos técnicos, económicos y éticos que implica.

Desde el punto de vista técnico, es crucial invertir en infraestructura que soporte la escalabilidad y que garantice la interoperabilidad con sistemas preexistentes. En cuanto a los desafíos éticos, es vital que las instituciones educativas consideren políticas y prácticas que promuevan el acceso equitativo a estas tecnologías y mitiguen la exclusión digital y el impacto de la automatización en la educación.

La conclusión es que los contratos inteligentes pueden mejorar los sistemas educativos, pero su implementación debe ser gradual, con un marco normativo que garantice la privacidad, el uso ético de datos y políticas que aseguren beneficios equitativos, manteniendo un equilibrio entre automatización e intervención humana.

5. Bibliografía

Berners-Lee, T. (1989). *Information Management: A Proposal*. CERN.

Birch, K., Chiappetta, M., y Artyushina, A. (2020). *The problem of innovation in technoscientific capitalism: Data rentiership and the policy implications of turning personal digital data into a private asset*. Policy Studies, 41(5), 468-487. https://doi.org/10.1080/01442872.2020.1748264

Chen, G., Xu, B., Lu, M. y Chen, N. S. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments, 5*(1), 1-10. https://doi.org/10.1186/s40561-017-0050-x

Ethereum Foundation (2015). *Ethereum: A next-generation smart contract and decentralized application platform*. https://ethereum.org/en/whitepaper/

Grech, A. y Camilleri, A. F. (2017). *Blockchain in Education*. Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. https://doi.org/10.2760/60649

Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Bitcoin. https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

Sharples, M. y Domingue, J. (2016). The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. En *Adaptive and Adaptable Learning* (pp. 490-496). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_48

Steiu, M. F. (2020). Blockchain in education: Opportunities, applications, and challenges. First Monday, 25(9). https://doi.org/10.5210/fm.v25i9.10654

Turkanović, M., Hölbl, M., Košič, K., Heričko, M. y Kamišalić, A. (2018). EduCTX: A blockchain-based higher education credit platform. *IEEE Access*, *6*, 5112-5127. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2789929

Zhang, X., Xie, Q. y Zhou, W. (2019). Smart contracts in educational applications: A literature review. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, *12*(1), 1-18.

16

Inteligencia artificial generativa aplicada al diseño de rúbricas de evaluación en educación superior: una experiencia piloto en la formación inicial del profesorado

Fernando Martínez López
Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

Carlos Díaz Rodríguez
Universidad de Oviedo, Asturias, España

David Díaz Pérez
José María Romero Monteserín
Universidad Alfonso X el Sabio, Madrid, España

Introducción

El presente capítulo muestra una experiencia piloto en el que se muestran los resultados de aplicar la inteligencia artificial generativa en el diseño de rúbricas de evaluación en la educación superior. El caso de estudio se realizó en la asignatura de Innovación e investigación en la didáctica de la economía en el máster universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas dentro de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Alfonso X el Sabio. Los resultados demostraron que es necesario un conocimiento básico de elaboración de peticiones en los modelos de lenguaje avanzados para obtener una herramienta que se adapte de forma adecuada y se implan-

te con facilidad para en el proceso de evaluación de los estudiantes.

1. Marco teórico

La inteligencia artificial generativa (IAG) está transformando el panorama de la educación superior y ofreciendo nuevas oportunidades en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación (Torres et al., 2023). En el presente capítulo se pretende mostrar una buena práctica docente que sea de utilidad para la comunidad educativa en el contexto de la evaluación de los estudiantes. Para ello, se planteó como relevante realizar un caso práctico centrado en la elaboración de rúbricas de evaluación a través de modelos de lenguaje avanzados de texto a texto.

Se optó por la realización de rúbricas debido a los beneficios que aportan en la evaluación en la educación superior (Grainger y Weir, 2022; Allen y Tanner, 2006):

- Mejora del aprendizaje y la participación, ya que las rúbricas proporcionan criterios y expectativas claras sobre lo que se pide para la evaluación, lo que ayuda a los estudiantes a entender qué es lo que necesitan.
- Coherencia y equidad en la calificación. Facilitar rúbricas para la evaluación proporciona un contexto estructurado tanto para los estudiantes como para los docentes. Esto garantiza que el proceso de evaluación sea lo más estandarizado posible para garantizar la equidad en las calificaciones.
- La retroalimentación es más efectiva, lo que ayuda a los estudiantes a comprender su desempeño y a identificar sus áreas de mejora. Es una herramienta que fomenta la mentalidad de crecimiento y el aprendizaje continuo.

El uso de rúbricas también favorece la autoevaluación y autorregulación a los propios estudiantes. Ellos mismos pueden usar las rúbricas para valorar su propio trabajo, lo que implica una mayor reflexión y una mejora general de su rendimiento académico (Reynders et al., 2020).

Se decidió realizar este piloto en la asignatura de Innovación e investigación en la didáctica de la economía en el máster uni-

versitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas dentro de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Alfonso X el Sabio, ya que se trata de una materia donde el contenido que se desarrolla ofrece el contexto adecuado para integrar este tipo de iniciativas. Las competencias básicas de la materia son las siguientes:

- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo, en un contexto de investigación.
- Aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Como consecuencia del diseño de las actividades de evaluación y de la revisión de las competencias generales y específicas, se han querido alcanzar los siguientes resultados de aprendizaje:

- Conocer y aplicar propuestas docentes innovadoras en el ámbito de la especialización cursada.
- Conocer y aplicar metodologías y técnicas básicas de investigación y evaluación educativas y ser capaz de diseñar y desarrollar proyectos de investigación, innovación y evaluación.

2. Método

El objetivo principal de esta buena práctica ha sido diseñar e implementar rúbricas de evaluación realizadas a través de modelos de lenguaje avanzados de texto a texto para evaluar a los futuros profesores.

Los siguientes objetivos específicos desglosan el objetivo general en componentes más manejables y medibles:

1. Analizar las principales herramientas y aplicaciones de inteligencia artificial generativa relevantes para el ámbito educativo.
2. Crear un marco de evaluación adecuado para la aplicación de rúbricas en la asignatura.
3. Diseñar rúbricas a través de las herramientas de IAG de texto a texto como ChatGPT, Perplexity y Copilot.
4. Evaluar a los estudiantes a través de las rúbricas diseñadas.

3. Resultados

Para alcanzar con éxito los objetivos planteados y el óptimo desempeño en las actividades para evaluar planteadas, se modificó el sistema de evaluación. El 35 % de la nota final correspondía a las diferentes actividades diseñadas donde se incorporaron las rúbricas de evaluación, un 5 %, a una prueba final de repaso y el 60 % restante, al examen final.

Cada actividad de evaluación continua tenía el siguiente peso sobre la nota final de la asignatura: el foro un 5 %, el ejercicio de *feedback* un 10 % y el proyecto un 20 %.

Para cada actividad, se diseñó una rúbrica, adecuada al nuevo contenido que se pidió, que cumpliera con los criterios de evaluación que garantizasen los resultados de aprendizaje enunciados anteriormente.

Las rúbricas, siguiendo las conclusiones de Grainger y Weir (2022), se crearon teniendo en cuenta el contexto académico ajustándolas a las necesidades específicas de la asignatura y de la población estudiantil que la cursa. Una vez elaboradas, se compartieron con varios expertos de la titulación con el fin de mejorar las mismas.

En la tabla 1 se pueden observar los criterios elegidos para valorar la participación en el foro: coherencia con las cuestiones

planteadas, claridad en la exposición de ideas, uso del lenguaje académico, estructura general y uso de material de apoyo.

Tabla 1. Rúbrica de evaluación foro

Criterio	Excelente (9–10 puntos)	Bueno (7–8,9 puntos)	Satisfactorio (5–6,9 puntos)	Necesita mejorar (0–4,9 puntos)
Coherencia con las cuestiones planteadas (20 %)	Responde directamente a todas las cuestiones con ejemplos específicos y análisis profundo.	Responde a la mayoría de las cuestiones con ejemplos relevantes.	Responde parcialmente a las cuestiones con algunos ejemplos.	Respuestas vagas o fuera de tema, sin ejemplos.
Claridad en la exposición de ideas (30 %)	Ideas presentadas de manera lógica y convincente, con transiciones fluidas.	Ideas generalmente claras, con buena organización.	Ideas presentadas de forma básica, con alguna desorganización.	Ideas confusas o mal estructuradas.
Uso del lenguaje académico (15 %)	Utiliza terminología específica con precisión y consistencia.	Usa términos académicos apropiados con pocos errores.	Intenta usar lenguaje académico, pero con inconsistencias.	Lenguaje coloquial o inapropiado.
Estructura general (20 %)	Estructura clara con introducción, desarrollo y conclusión bien definidos.	Estructura general adecuada con algunos elementos bien desarrollados.	Estructura básica presente, pero con desarrollo desigual.	Falta de estructura clara o coherente.
Uso de material de apoyo (15 %)	Integra múltiples fuentes académicas relevantes, citadas correctamente.	Utiliza algunas fuentes académicas pertinentes con citas adecuadas.	Menciona al menos una fuente académica, citación inconsistente.	No utiliza fuentes académicas o las usa incorrectamente.

Para el ejercicio de *feedback*, se optó por pedir una infografía, por lo que la rúbrica se dividió en dos dimensiones principales, el contenido y el diseño, teniendo más peso en la calificación final la parte del contenido. Los criterios para el contenido fueron definición de la IA generativa, elección de tres herramientas de IA generativa y explicar para qué sirven y aplicación en una sesión de aula de las tres herramientas de IA generativa. Los criterios para el diseño fueron los siguientes: organización visual de la información, utilización de recursos visuales para la presentación y legibilidad y estética del diseño (véase tabla 2).

Tabla 2. Rúbrica de evaluación del ejercicio de *feedback*

Criterio	Insuficiente	Básico	Competente	Sobresaliente	Puntuación máxima
Contenido					
Definición de IAG	No se proporciona una definición de inteligencia artificial generativa o es incorrecta.	La definición de inteligencia artificial generativa es incompleta o poco clara.	La definición de inteligencia artificial generativa es clara y precisa, proporcionando una comprensión básica del término.	La definición de inteligencia artificial generativa es exhaustiva, precisa y fácilmente comprensible, mostrando un profundo entendimiento del concepto.	1
Elección de tres herramientas de IAG y explicación para qué sirven	No se identifican herramientas de inteligencia artificial generativa o las identificaciones son incorrectas.	Se identifican algunas herramientas de inteligencia artificial generativa, pero la explicación es limitada o poco clara.	Se identifican tres herramientas de inteligencia artificial generativa con explicaciones adecuadas sobre su funcionamiento básico.	Se identifican tres herramientas de inteligencia artificial generativa con explicaciones detalladas y claras sobre su funcionamiento y aplicaciones potenciales.	2
Aplicación en una sesión en el aula de las tres herramientas de IAG	No se proporcionan ideas o las ideas presentadas carecen de relevancia o coherencia con el contexto educativo.	Se proporcionan algunas ideas sobre cómo utilizar las herramientas de inteligencia artificial generativa en el aula, pero son vagas o poco realistas.	Se proporcionan ideas claras y relevantes sobre cómo utilizar las herramientas de inteligencia artificial generativa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el aula.	Se presentan ideas innovadoras y creativas sobre cómo integrar las herramientas de inteligencia artificial generativa de manera efectiva y significativa en diferentes aspectos del currículo y la pedagogía.	3
Diseño					
Organización visual de la información	La infografía carece de una estructura visual clara y coherente, dificultando la comprensión.	La estructura visual de la infografía es básica, pero puede ser confusa en algunos aspectos.	La infografía tiene una estructura visual clara y efectiva, facilitando la comprensión del contenido.	La estructura visual de la infografía es excepcionalmente intuitiva y fácil de seguir, mejorando significativamente la experiencia del usuario.	2

Utilización de recursos visuales para la presentación	Los gráficos, iconos y colores son poco atractivos o no están relacionados con el contenido.	Los gráficos, iconos y colores son adecuados, pero pueden no ser muy llamativos o relevantes.	Los gráficos, iconos y colores utilizados son atractivos y complementan eficazmente el contenido.	Los gráficos, iconos y colores son visualmente impactantes, creativos y mejoran significativamente la presentación general.	1
Legibilidad y estética del diseño	La infografía es difícil de leer o visualmente desordenada, lo que distrae del contenido.	La legibilidad y estética del diseño son aceptables, pero pueden mejorar para una mejor presentación.	La infografía es fácilmente legible y estéticamente agradable, lo que mejora la experiencia del usuario.	La legibilidad y estética del diseño son excepcionales, creando una experiencia visualmente atractiva y memorable.	1

En la tabla 3 se refleja la rúbrica de evaluación del proyecto donde al tratarse de la grabación de un vídeo, se plantearon dos dimensiones, una relacionada con el contenido y otra con la grabación técnica del vídeo. Cada dimensión tenía unos criterios diferentes siendo los del contenido organización y estructura, contenido, comunicación verbal, comunicación no verbal y estrategia didáctica. En el caso de la grabación técnica del vídeo fueron duración, audio, imagen y créditos. Al igual que en el caso del ejercicio de *feedback*, el mayor peso en la evaluación con un 60 % correspondió a la dimensión del contenido.

Tabla 3. Ejemplo de partes de la rúbrica de evaluación proyecto

Criterios de valoración	Muy mejorable	Mejorable	Aceptable	Bueno	Muy bueno	Puntuación máxima
Duración	No se ajusta al tiempo más/menos de dos minutos explicando en qué va a consistir la sesión.	No se ajusta al tiempo más/menos de un minuto explicando en qué va a consistir la sesión.	Se ajusta al tiempo explicando en qué va a consistir la sesión.	Se ajusta al tiempo siendo capaz de poner en marcha la sesión de una forma inicial.	Se ajusta al tiempo siendo capaz de poner en marcha la sesión y que se participe en la misma.	1

Audio	El audio es inaudible o no está presente en el archivo.	La calidad del audio es parcialmente claro. El volumen varía de manera notoria e impide en ocasiones la comprensión. Tiene muchas interrupciones.	La calidad del audio es parcialmente claro. El volumen varía de manera notoria e impide en ocasiones la comprensión. Tiene pocas interrupciones.	La calidad del audio es claro. Volumen adecuado y suficiente. No existen interrupciones auditivas.	La calidad del audio es claro. Volumen adecuado y suficiente. No existen interrupciones auditivas. Se complementa con otros efectos auditivos que dinamizan el vídeo.	1
Estrategia didáctica	La calidad del planeamiento ymetodología no está alineado con la propuesta y los recursos utilizados. Las tareas propuestas no se apoyan en los recursos más oportunos.	La calidad del planeamiento ymetodología no está alineado con la propuesta y los recursos utilizados. Las tareas propuestas se apoyan en los recursos más oportunos de forma ocasional.	La calidad del planeamiento y metodología esta ocasionalmente alineado con la propuesta y los recursos utilizados. Las tareas propuestas se apoyan en los recursos más oportunos de forma ocasional.	La calidad del planeamiento ymetodología esta parcialmente alineado con la propuesta y los recursos utilizados. Las tareas propuestas se apoyan en los recursos más oportunos de forma parcial.	La calidad del planeamiento y metodología está totalmente alineada con la propuesta y los recursos utilizados. Las tareas propuestas se apoyan en los recursos más oportunos.	2

Una vez los estudiantes realizaron las diferentes actividades, se les hizo llegar su calificación basada en la rúbrica y una serie de comentarios resaltando aquello en lo que habían destacado y en aquello que deberían mejorar en cada una de ellas.

4. Discusión y conclusión

Como punto de partida en esta conclusión, hay que resaltar que los estudiantes valoraron muy positivamente la aplicación de las rúbricas para su evaluación, destacando la relevancia de los comentarios para entender aquello que habían realizado bien y

aquello que se debería mejorar. Varios estudiantes agradecieron en las sesiones de aula presencial o por mensajería del campus el uso de este tipo de evaluación. Esto es un hecho que sigue demostrando que las rúbricas de evaluación son una herramienta válida para ofrecer una adecuada retroalimentación a los estudiantes.

Si bien el presente piloto buscaba descubrir la utilidad de la IAG para elaborar las rúbricas propiamente dicha. Para ello, hay que indicar que la clave de la elaboración son los mensajes que guían al modelo de lenguaje avanzado (Nema et al., 2024; Raz et al., 2024). Este estudio se ha alineado con la literatura existente en relación con la importancia que tienen las indicaciones a las herramientas de procesamiento de lenguaje natural.

Después de realizar diferentes entradas en procesadores como ChatGPT, Perplexity y Copilot, se puede concluir que las principales características que debe tener un *prompt* son la claridad, la estructura y la multimodalidad (Arora et al., 2022; Yong et al., 2022). En cuanto a la especificidad, cabe señalar que las indicaciones claras y específicas ofrecen mejores resultados que las peticiones generales, ya que proporcionan un marco más claro para la tarea que debe realizar el modelo (Wen et al., 2022). La estructura de las indicaciones debe ser oraciones completas en lugar de términos fragmentados que proporcionen un contexto coherente. Este tipo de peticiones facilitan una mejor comprensión y generan mejores respuestas de los modelos (Yong et al., 2022).

Por último, hay que destacar que la información multimodal, por ejemplo, la combinación de texto con imágenes, mejora el rendimiento si se compara con las indicaciones monomodales. En este piloto, cuando para la petición de preparación de una rúbrica se hizo introduciendo la imagen de una realizada anteriormente, el acabado fue mucho más preciso que cuando se hicieron las peticiones monomodales. Esto es debido a que esta característica permite a los modelos aprovechar diversos tipos de datos, lo que mejora su adaptabilidad y su precisión (Qin y Eisner, 2021; Wang et al., 2024).

Se considera que los objetivos planteados se han alcanzado y se recomienda a la comunidad educativa utilizar las rúbricas como sistema evaluación en la educación superior y que se apo-

yen para su elaboración en las herramientas de IAG como ChatGPT, Perplexity o Copilot para su elaboración.

5. Bibliografía

Allen, D. y Tanner, K. (2006). Rubrics: Tools for Making Learning Goals and Evaluation Criteria Explicit for Both Teachers and Learners. *CBE–Life Sciences Education*, *5*(3), 197-203. https://doi.org/10.1187/cbe.06-06-0168

Arora, S., Narayan, A., Chen, M. F., Orr, L., Guha, N., Bhatia, K., Chami, I., Sala, F. y Ré, C. (2022). Ask Me Anything: A simple strategy for prompting language models. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2210.02441

Grainger, P. y Weir, K. (2022). *Facilitating Student Learning and Engagement in Higher Education Through Assessment Rubrics*. Cambridge Scholars Publishing.

Nema, B. M., Nezer, A. I. y Salim, W. M. (2024). Prompt Engineering: Unleashing the power of large language models to defend against social engineering attacks. *Iraqi Journal For Computer Science And Mathematics*, *5*(3), 404-416. https://doi.org/10.52866/ijcsm.2024.05.03.024

Qin, G. y Eisner, J. (2021). Learning How to Ask: Querying LMs with Mixtures of Soft Prompts. En *Proceedings of the 2021 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies* (pp. 5203-5212). ACL. https://doi.org/10.18653/v1/2021.naacl-main.410

Raz, T., Reiter-Palmon, R. y Kenett, Y. N. (2024). Open and closed-ended problem solving in humans and AI: The influence of question asking complexity. *Thinking Skills And Creativity*, *53*, 101598. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101598

Reynders, G., Lantz, J., Ruder, S. M., Stanford, C. L. y Cole, R. S. (2020). Rubrics to assess critical thinking and information processing in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, *7*(1). https://doi.org/10.1186/s40594-020-00208-5

Torres, C. G., González, A. Z. y Hernando, J. L. O. (2023). El impacto de la Inteligencia Artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, *29*(2). https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134

Wang, S., Zhu, Y., Liu, H., Zheng, Z., Chen, C. y Li, J. (2024). Knowledge Editing for Large Language Models: A Survey. *ACM Computing Surveys*, *57*(3), 1-37. https://doi.org/10.1145/3698590

Wen, Q., Zhou, T., Zhang, C., Chen, W., Ma, Z., Yan, J. y Sun, L. (2022). Transformers in Time Series: A Survey. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arxiv.2202.07125

Yong, G., Jeon, K., Gil, D. y Lee, G. (2022). Prompt engineering for zero-shot and few-shot defect detection and classification using a visual-language pretrained model. *Computer-Aided Civil And Infrastructure Engineering*, *38*(11), 1536-1554. https://doi.org/10.1111/mice.12954

17

Aprendizaje de los *prompts* en IA aplicado al caso especial de aprendizaje de una lengua extranjera

Slava López Rodríguez
Universidad de Granada, Granada, España

Verónica P. Recchioni
Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

Introducción

Es lugar común en la academia reconocer que los sistemas de inteligencia artificial (IA) están transformando los procesos formativos. Nuestra aportación pretende sustentar la argumentación de que la IA nos acerca, más que nunca, a la personalización del aprendizaje, del diseño y la realización de la enseñanza en el aula y de la evaluación formativa y adaptada a las necesidades individuales del alumnado (Moreira et al., 2024). Argumentamos que la IA nos hace más fácil adaptar los contenidos a las necesidades educativas concretas e, incluso, las necesidades específicas de apoyo educativo, con lo que mejora la eficacia de los procesos instructivos. Y esto sucede porque, como veremos, la IA genera entornos de enseñanza mucho más interactivos y adaptativos que los tradicionales (Aparicio, 2023). Es evidente, pues, que la IA llega a la educación y a la escuela con grandes avances, pero también es cierto que estos avances no están exentos de ciertas controversias y consideraciones éticas en las que luego nos detendremos como, por ejemplo, los desafíos a la privacidad o la brecha de equidad en el acceso a la tecnología que es indispensable para la interacción con la IA, entre otras (Moreira

et al. 2024; Aparicio 2023). Estamos convencidas de que la IA también puede mejorar la inclusión educativa y beneficiar a estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo y necesidades especiales (Ortiz y Ortiz, 2024), ya que facilita la planificación de diseños universales de aprendizaje (DUA) y nos ayuda a superar obstáculos como la falta de información personalizada que es necesaria para gestionar la inclusión en las aulas (León et al., 2024).

La IA se presenta en nuevas herramientas de formación avanzadas. Entre estas herramientas destacan los asistentes virtuales y las que hacen posible la gamificación de la enseñanza. Como afirman Carvalho et al. (2024), estas herramientas mejoran el compromiso y la motivación del alumnado. Pero para aprovechar al máximo las innovadoras herramientas que nos facilita la IA será preciso reforzar los programas de formación del profesorado (Aparicio, 2023), tanto para quienes se encuentran en su nivel inicial como para el personal ya en servicio.

1. Marco teórico

1.1. La IA en la enseñanza de lenguas

En la línea de lo ya argumentado, constatamos que la IA está apareciendo de manera notable en la enseñanza de lenguas adicionales, pues facilita que los aprendices tengan experiencias de aprendizaje personalizadas que mejoran la eficiencia de la enseñanza centrada en el docente (Briceño et al., 2024; Muñoz, 2024). Esta eficiencia se ve evidenciada en la mejora del dominio del idioma, así como en la posibilidad de realizar evaluaciones objetivas y participativas (Ayala-Pazmiño y Alvarado-Lucas, 2023). El principal desafío para ello es la necesidad de una infraestructura tecnológica adecuada en la escuela, al menos, en el aula o laboratorio de idiomas, y una capacitación docente específica (Briceño et al., 2024; Ayala-Pazmiño y Alvarado-Lucas, 2023). Existen ya recursos basados en la IA que apoyan el aprendizaje de idiomas, como el uso de diccionarios en línea y otras aplicaciones especializadas (Escobar, 2021). Con estas herramientas inteligentes se pretende alcanzar un enfoque holístico y profundo de la enseñanza que considere tanto los aspectos tec-

nológicos como los demás aspectos pedagógicos para así maximizar su impacto positivo en el aprendizaje.

La IA ayuda a identificar problemas o desórdenes tempranos de aprendizaje (Camones et al., 2023) y orienta al profesorado en la elección de los recursos didácticos más adecuados y con mejor pronóstico para la superación de dichos desórdenes (Delgado et al., 2024). Entre los recursos más pertinentes destacan los sistemas de tutoría inteligente, los sistemas de evaluación automatizados e inmediatos aplicados a la interacción y comunicación lingüística (Carguacundo Ávila et al., 2024), los chatbots conversacionales o el reconocimiento del habla y la traducción automática (Chicaiza et al., 2023). El uso de estos recursos avanzados debe darse de manera integrada con el entrenamiento en habilidades cognitivas y competencias como el pensamiento crítico y la creatividad. Ya se ha comprobado la eficacia de este tipo de estrategias combinadas en alumnos de Educación Primaria (Durán Sánchez et al., 2024).

1.2. La formación de futuros docentes y la IA

Como venimos sosteniendo, la integración de la IA en los programas de formación del profesorado, en cuanto a sus fundamentos, las estrategias para su aplicación y los recursos que ofrece, es una necesidad. Por una parte, porque de este modo las instituciones educativas se preparan para la transformación que conlleva la implantación de la IA. Por otra, para que el profesorado se centre en el desarrollo de las competencias digitales necesarias para su uso adecuado en la enseñanza de lenguas (Martins y Guimarães Carvalho, 2024). La formación es la única vía para vencer la tecnofobia y la resistencia al cambio al mismo tiempo que abre el camino a la integración curricular de las nuevas herramientas para la enseñanza de las lenguas. Se trata de que los docentes se preparen para satisfacer las necesidades de la era digital que están emergiendo en la actualidad.

Herramientas tan conocidas como ChatGPT y Grammarly ofrecen experiencias de mejor accesibilidad al conocimiento necesario para el desarrollo de competencias lingüísticas (Cifuentes et al., 2024; Chicaiza et al., 2023) como la producción escrita y el control del lenguaje técnico (Gragera, 2024). No solo IA facilita el aprendizaje de las lenguas en el contexto escolar, sino

que favorece la adquisición de competencias lingüísticas esenciales en la educación superior y en la formación de profesionales.

Por ello, defendemos que los programas de formación del profesorado deben enseñar el uso ético y eficaz de las nuevas herramientas de IA y los recursos didácticos inteligentes adaptando su currículum a las nuevas demandas sociales que surgen de la emergencia de la IA (Gulcehre et al., 2023). A medida que la IA se haga más frecuente en las aulas, el profesorado necesitará adquirir diversas competencias digitales para satisfacer las nuevas necesidades (Marcom y Porto, 2023), y luego, la formación docente en IA deberá extenderse al profesorado en ejercicio mediante acciones de capacitación continua y reacreditación. En la actualidad, los profesores expresan su preocupación por el uso inadecuado y la falta de revisión crítica de las herramientas disponibles de IA (Delgado et al., 2024). Por ello, reclamamos que la investigación sobre profesionalización docente se enfoque en comprender las percepciones del profesorado, explorar los dilemas éticos y evaluar el impacto de aplicaciones específicas en la enseñanza y el aprendizaje de idiomas.

En el contexto español, la incorporación de la IA en la formación inicial del profesorado puede tener un impacto positivo en el aprendizaje cuando prepare a los futuros educadores para incorporarse a un sistema escolar y académico en continuo cambio (Ayuso y Gutiérrez, 2022). Con este fin, es necesario revisar los planes de estudios vigentes de formación del profesorado para incluir la IA y mejorar la didáctica específica de la asignatura de didáctica del inglés incorporando la formación en el uso de recursos didácticos inteligentes y avanzados.

2. Método

Para este trabajo, hemos realizado una revisión de la literatura de los últimos cinco años y hemos analizado las tendencias actuales en cuanto al uso de la inteligencia artificial en la docencia y la formación de docentes. Hemos revisado numerosos artículos que nos permiten identificar la importancia de saber interactuar con la IA para lograr una mejora significativa en el proceso de enseñanza.

3. Resultados

La revisión realizada evidencia que el uso de *prompts* es una estrategia eficaz para mejorar la escritura académica y las habilidades cognitivas y metacognitivas de los aprendices. Los *prompts* son las entradas, cuestiones o preguntas que el usuario introduce en el programa de IA para desencadenar una respuesta basada en la información acumulada en la red. Carrillo y Moreno (2011) han señalado que el uso guiado de *prompts* mejora la tarea de escritura académica de los estudiantes universitarios. Del mismo modo, Saks y Leijen (2018) señalan que los *prompts* son útiles cuando se combinan con otras estrategias que promueven habilidades cognitivas y metacognitivas. Parece que en la Educación Primaria las indicaciones de uso creativo de *prompts* ayudan a desencadenar conversaciones auténticas sobre libros de lectura infantil entre los usuarios y los programas inteligentes (Blum y Merkle, 2008). Eso afecta a la materia de inglés como lengua extranjera e incluye al alumnado con necesidades específicas de apoyo educativo. La base argumental para fomentar el uso de *prompts* es que la inclusión de estímulos interesantes fomenta respuestas y reflexiones más originales.

Como vemos en los estudios analizados, la interacción con la IA a través de *prompts* ha revolucionado la interacción alumno-ordenador con la generación de procesos más creativos frente a lo que cabría esperar. Hemos visto que el diseño de la interfaz influye significativamente en la creatividad del alumnado usuario de los sistemas de IA generativa (Torricelli et al., 2023) y su eficacia depende de la capacidad del profesorado para elaborar indicaciones adecuadas, transmitirlas de manera motivadora al alumnado en forma de retos o desafíos cognitivos e incentivar al alumnado para que realice sin temor tareas de entrenamiento y pruebas de ensayo y error que están en la base del aprendizaje (Dang et al., 2022). De esta manera, los programas informáticos que simulan la conversación humana con un usuario final, como chatbots y otras herramientas de IA, mejoran las experiencias de aprendizaje (Torres Molina y Blanco Pérez, 2023). Aunque sigan existiendo retos en su implementación, se encuentran en un proceso imparable de sustitución de los sistemas operativos y las aplicaciones tradicionales (Tolomei et al., 2023). En línea con ello, recordamos que Sandoval et al. (2024) han explo-

rado la aplicación de ChatGPT *prompts* como asistente educativo en diversas actividades académicas, enfatizando la importancia de una cuidadosa formulación de los comandos para minimizar errores en las respuestas.

La interacción con la IA lleva aparejado el aprendizaje de los *prompts* como un caso similar al de la adquisición de una lengua extranjera. Los *prompts*, o instrucciones de entrada (como los hemos definido), son elementales en la comunicación o interacción con los programas y modelos de IA. Los *prompts* permiten obtener respuestas creativas, precisas y contextualizadas a sus interrogantes. Como ocurre al aprender un idioma, para el dominio de los *prompts* es necesario desarrollar una serie de habilidades cognitivas y lingüísticas. Por ello, se puede comparar la creación y uso de *prompts* con los procesos involucrados en el aprendizaje de una lengua extranjera.

A continuación, desgranamos cuatro consideraciones que dan cuenta de la similitud entre el proceso de aprendizaje del uso de *prompts* y de una lengua extranjera.

Primero, porque ambos comparten una estructura de aprendizaje gradual en la que el usuario pasa de un conocimiento básico y rudimentario a una comprensión más avanzada y sofisticada. En el aprendizaje de los *prompts*, los usuarios deben familiarizarse con la sintaxis y las limitaciones de los modelos de IA, lo que recuerda el proceso inicial de aprender las reglas gramaticales y semánticas en una nueva lengua (Aguilera y Moreno, 2004); y esta fase inicial es crítica, pues permite que los usuarios desarrollen una comprensión funcional de cómo la IA «interpreta» y responde a las instrucciones recibidas.

En segundo lugar, porque, así como en el aprendizaje de una lengua extranjera, los usuarios de *prompts* deben adaptar sus habilidades lingüísticas y cognitivas para obtener mejores resultados, tal y como afirman Lightbrown y Spada (2006). Al igual que en el aprendizaje de un idioma, el contexto cultural y el dominio de expresiones idiomáticas son esenciales para comunicarse de manera efectiva; en el caso de los *prompts*, la adaptación contextual, que es necesaria, se da en la capacidad de construir mensajes específicos, claros y estructurados, maximizando la pertinencia de las respuestas y evitando ambigüedades. Esta es una competencia que va mucho más allá de la simple transmisión de datos: el usuario debe interpretar y prever las posibles

reacciones del sistema y este proceso de anticipación y ajuste es similar a prever las reacciones de un interlocutor en una lengua extranjera.

La tercera consideración se refiere a la función metacognitiva. En nuestra revisión se ha destacado el trabajo de Chicaiza et al. (2023) sobre el aprendizaje de *prompts*. Un elemento esencial que permite al usuario evaluar qué tipos de *prompts* son más efectivos, cuáles generan respuestas más pertinentes y precisas, al tiempo que ajustan su estilo de comunicación según los requerimientos de cada modelo, es la metacognición o capacidad de reflexionar sobre el propio proceso de aprendizaje. Este análisis crítico de la propia interacción práctica que induce la metacognición es muy similar al proceso de adquisición de una lengua extranjera, donde los estudiantes revisan y ajustan su pronunciación, gramática o el vocabulario empleado para mejorar la comprensión mutua.

También es importante mencionar como cuarta consideración que el aprendizaje de *prompts* plantea una dimensión ética y cultural única. De acuerdo con Dugarte (2024), la relación entre el usuario y la IA no es solo técnica, sino también simbólica. Surge un nuevo tipo de alfabetización digital y de interacción simbiótica entre humanos y máquinas. A medida que avanzamos en el aprendizaje de esta nueva «lengua», aparecen cuestionamientos sobre la responsabilidad y el poder en esta interacción comunicativa: ¿quién controla la narrativa, el humano que crea el *prompt* o la IA que genera la respuesta? Esta pregunta se puede vincular con la influencia cultural en el aprendizaje de una segunda lengua o lengua extranjera, donde el contexto y la estructura del lenguaje moldean la visión de mundo del aprendiz.

4. Discusión y conclusión

Los resultados expuestos han evidenciado la importancia de la IA en los programas de formación del profesorado. Las herramientas y recursos didácticos inteligentes pueden ayudar a los docentes a personalizar el aprendizaje y proporcionar a los aprendices retroalimentación instantánea (López et al., 2023).

En cuanto a los *prompts* en IA, hemos visto que su aprendizaje constituye un fascinante caso de aprendizaje de una «segunda

lengua» que va más allá de las fronteras del lenguaje humano y se adentra en el ámbito de la colaboración y el entendimiento humano-máquina. Al igual que en el aprendizaje de idiomas, dominar los *prompts* requiere tiempo, práctica, reflexión y una adaptación continua a las dinámicas de la comunicación. Este proceso es una puerta abierta hacia nuevas formas de alfabetización digital y desarrollo personal en un mundo donde las tecnologías inteligentes están cada vez más integradas.

Cuando manejan la IA los profesores en formación, se sienten capaces de diseñar ambientes formativos más estimulantes, creativos y eficaces (Ayuso y Gutiérrez, 2022). El dominio de IA permite a los profesores de idiomas crear nuevos recursos para la enseñanza: imágenes, vídeos, textos y casos para la discusión. Por ello, todos los autores revisados abogan por que los programas de formación docente incorporaren estrategias y dinámicas metodológicas relacionadas con la IA (Burgueño López, 2024).

Estos hallazgos coinciden con lo aportado por Lindín (2024) sobre la necesidad de proponer un marco para el uso ético y responsable de la IA en la educación, que incluye una taxonomía de Bloom de la IA generativa y estrategias adecuadas para un uso eficaz de ChatGPT *prompting*. Desde esta perspectiva final, declaramos la importancia de las consideraciones éticas y del aprendizaje mediado por el profesor a la hora de integrar la IA en los entornos educativos y hacemos hincapié en su potencial para revolucionar la educación y mejorar las habilidades comunicativas de los estudiantes en una sociedad cada vez más interconectada.

5. Bibliografía

Aguilera, A. y Moreno, F. J. (2004). La historia de las dificultades del aprendizaje. En A. Aguilera (Coord.), *Introducción a las dificultades del aprendizaje*. McGraw-Hill Interamericana de España.

Aparicio, W. O. (2023). La Inteligencia Artificial y su Incidencia en la Educación: Transformando el Aprendizaje para el Siglo XXI. *Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*, *3*(2), 217-230. https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133

Ayala-Pazmiño, M. y Alvarado-Lucas, K. (2023). Integración de la Inteligencia Artificial en la Educación del Idioma Inglés en Ecuador: Un Camino para Mejorar los Resultados del Aprendizaje. *593 Digital*

Publisher CEIT, *8*(3-1), 679-687. https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3-1.1862

Ayuso, D. y Gutiérrez, P. (2022). La Inteligencia Artificial como recurso educativo durante la formación inicial del profesorado. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 25*(2), 347-362. https://doi.org/10.5944/ried.25.2.32332

Blum, C. y Merkle, D. (Eds.) (2008). *Swarm intelligence: introduction and applications*. Springer Science & Business Media.

Briceño, C.E., Pernia, R., Teixeira, Y. M. y Juárez, C. N. (2024). Enfoque holístico en la enseñanza de idiomas: usos de la Inteligencia Artificial en contextos universitarios. *DIDAC, 84*(jul-dic), 30-43. https://doi.org/10.48102/didac.2024..84_jul-dic.210

Burgueño López, J. (2024). Inteligencia Artificial en la formación de maestros. *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers, 398*, 6-11. https://doi.org/10.14422/pym.i398.y2024.001

Camones, F. C., Bardalez, R. A., Pérez, S. S. y Padilla, J. E. (2023). Educación primaria mediada con Inteligencia Artificial desde la mirada docente. *Revista Tribunal, 3*(6), 90-110. https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v3i6.37

Carguacundo Ávila, F. L., García Vélez, K. N., Chávez Guerrero, B. R., Barrera Agurto, L. G., Suin Guaraca, A. M. y Libicota González, L. J. (2024). Apoyo de las tecnologías de IA en el aprendizaje, la enseñanza, y la evaluación en los contextos de la educación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8*(3), 3122-3137. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11536

Carrillo, L. M. y Moreno, J. L. (2011). Guided Use of Writing Prompts to Improve Academic Writing in College Students. *Forma y Función, 24*, 103-125.

Carvalho, A. dos S. M. de, Silva, L. da, Ribeiro Filho, A. C. S. y Cellin, J. (2024). Tendencias de la Inteligencia Artificial para la educación. *Lecturas: Educación Física Y Deportes, 29*(311), 135-147. https://doi.org/10.46642/efd.v29i311.7432

Cifuentes, M. T., Beltrán, M. E. y Rodríguez, M.M. (2024). Uso de chat GPT como herramienta de Inteligencia Artificial en la adquisición del idioma inglés. *Synergía, 3*(1), 91-115. https://doi.org/10.48204/synergia.v3n1.5080

Chicaiza, R. M. C., Castillo, L. A. C., Ghose, G., Magayanes, I. E. C. y Fonseca, V. T. G. (2023). Aplicaciones de Chat GPT como Inteligencia Artificial para el aprendizaje de idioma inglés: avances, desafíos y perspectivas futuras: Applications of Chat GPT as Artificial Intelli-

gence for English Language Learning: Advances, Challenges, and Future Perspectives. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *4*(2), 180. https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.781

Dang, H., Mecke, L., Lehmann, F., Goller, S. y Buschek, D. (2022). How to Prompt? Opportunities and Challenges of Zero- and Few-Shot Learning for Human-AI Interaction in Creative Applications of Generative Models. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.01390

Delgado, N., Campo, L., Sainz, M. y Etxabe, J. M. (2024). Aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en Educación: Los beneficios y limitaciones de la IA percibidos por el profesorado de educación primaria, educación secundaria y educación superior. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *27*(1), 207-224. https://doi.org/10.6018/reifop.577211

Dugarte, J. D. T. (2024). Eduética en el uso de la Inteligencia Artificial a través de la ingeniería de prompts. *Revista Digital de Investigación y Postgrado*, *5*(10), 261-266. https://doi.org/10.59654/7j69c731

Durán Sánchez, F. A., Mora Naranjo, B. M., Basurto Cobeña, M. P., Barcia López, D. E. y Rosales Macas, F. J. (2024). Desarrollo de competencias del siglo XXI en estudiantes de educación primaria a través de la enseñanza de habilidades cognitivas con apoyo de Inteligencia Artificial. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, *5*(1), 2718-2730. https://doi.org/10.56712/latam.v5i1.1793

Escobar, J. C. (2021). La Inteligencia Artificial y la Enseñanza de lenguas. *Decires*, *21*(25), 29-44. https://doi.org/10.22201/cepe.14059134e.2021.21.25.3

Gragera, R. (2024). Percepción del alumnado universitario sobre la eficacia de la Inteligencia Artificial en el aprendizaje del inglés. *European Public & Social Innovation Review*, *9*, 1-14. https://doi.org/10.31637/epsir-2024-401

Gulcehre, C., Paine, T. L., Srinivasan, S., Konyushkova, K., Weerts, L., Sharma, A. y de Freitas, N. (2023). Reinforced self-training (rest) for language modeling. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.08998

León, O. D., Neil, C. y Cedillo, C. S. (2024). La Inteligencia Artificial en la educación y sus implicaciones: un mapeo sistemático de la literatura. *Revista Conectividad*, *5*(1), 49-66. https://doi.org/10.37431/conectividad.v5i1.102

Lightbrown, P. y Spada, N. (2006). *How languages are learned*. Oxford University Press.

Lindín, C. (2024). Estrategias para la incorporación de la Inteligencia Artificial en educación a partir de ChatGPT: Oportunidades y dilemas para profesorado, alumnado e investigación-publicación. *Didacticae*, *15*, 1-24. https://doi.org/10.1344/did.43107

López, H., Escalera, A. y García, C. (2023). Personalización del aprendizaje con Inteligencia Artificial en la educación superior. *Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas*, *7*, 123-128. https://doi.org/10.61530/redtis.vol7.n1.2023.165.123-128

Marcom, J. L. y Porto, A. P. (2023). O uso da inteligência artificial na educação com ênfase à formação docente. *Revista de Ciências Humanas*, *24*(3), 229-246. https://doi.org/10.31512/19819250.2023.24.03.229-246

Martins, I. y Guimarães Carvalho, I. S. (2024). Formación de la competencia digital docente en la era de la Inteligencia Artificial. *COMeIN*, *144*. https://doi.org/10.7238/c.n144.2446

Moreira, C. L., López, Y. L., Holguín, B. M., Mero, E. A., Vélez, Y. P. y Macías, N. L. (2024). La Inteligencia Artificial y su incidencia en la educación: un análisis desde un rol transformador. *South Florida Journal of Development*, *5*(7), e4184. https://doi.org/10.46932/sfjdv5n7-031

Muñoz, E. L. (2024). Aplicación de la Inteligencia Artificial en la educación superior. *DOCERE*, *29*, 21-25. https://doi.org/10.33064/2023docere295075

Ortiz, L. V. y Ortiz, V. H. (2024). La Inteligencia Artificial en la educación superior. *ConcienciaDigital*, *7*(1.2), 115-131. https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.2.2928

Saks, K. y Leijen, Ä. (2018). The efficiency of prompts when supporting learner use of cognitive and metacognitive strategies. *Computer Assisted Language Learning*, *32*(1-2), 1-16. https://doi.org/10.1080/09588221.2018.1459729

Sandoval, M., Morales, G., Vázquez, H., Huerta, J. y Filobello, U. (2024). El uso del prompt de ChatGPT como asistente en la educación. RIDE. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *14*(28), e645. https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1872

Tolomei, G., Campagnano, C., Silvestri, F. y Trappolini, G. (2023). Prompt-to-OS (P2OS): Revolutionizing Operating Systems and Human-Computer Interaction with Integrated AI Generative Models. En *2023 IEEE 5th International Conference on Cognitive Machine Intelligence (CogMI)* (pp. 128-134). IEEE. https://doi.org/10.1109/CogMI58952.2023.00027

Torres Molina, K. y Blanco Pérez, I. (2023). Arquitectura de prompt académicos para el uso de inteligencias artificiales (AI) en Areandina: desafíos, experiencias y obstáculos. *Revista Investigaciones Andina*, *25*(46). https://doi.org/10.33132/01248146.2258

Torricelli, M., Martino, M., Baronchelli, A. y Rizzi, L. M. (2023). The Role of Interface Design on Prompt-mediated Creativity in Generative AI. En *Proceedings of the 16th ACM Web Science Conference* (pp. 235-240). ACM. https://doi.org/10.1145/3614419.3644000

18

Aprendizaje automático y analíticas de aprendizaje (lectura y escritura) en educación infantil

Antonio Hernández Fernández
Universidad de Jaén, Jaén, España

Claudia De Barros Camargo
Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España

Introducción

La irrupción de la tecnología en la educación infantil está generando nuevas formas de entender y acompañar los procesos de aprendizaje en los primeros años de vida. En este contexto, el aprendizaje automático (*Machine Learning*) y las analíticas de aprendizaje (*Learning Analytics*) están empezando a posicionarse como herramientas prometedoras para comprender y apoyar el desarrollo de la lectura y la escritura desde edades tempranas. Aunque estas tecnologías han sido ampliamente estudiadas en niveles superiores del sistema educativo, su aplicación en la etapa infantil plantea oportunidades y desafíos específicos que merecen una atención particular.

El aprendizaje de la lectura y la escritura en educación infantil no se limita a la adquisición de habilidades mecánicas, implica un proceso progresivo y multifactorial donde intervienen aspectos cognitivos, emocionales, lingüísticos y sociales. La posibilidad de recoger y analizar datos del comportamiento de los niños y niñas en contextos educativos reales, mediante sensores, plataformas digitales y herramientas adaptativas, ofrece un marco novedoso para identificar patrones de desarrollo, detectar dificulta-

des tempranas y personalizar los apoyos pedagógicos de manera más efectiva.

Este capítulo propone una aproximación crítica y fundamentada a la integración del aprendizaje automático y las analíticas de aprendizaje en el ámbito de la lectura y la escritura en la etapa de educación infantil. A través de un análisis teórico y reflexivo, se abordan las potencialidades de estas tecnologías para enriquecer las prácticas docentes, siempre desde una perspectiva centrada en la infancia, el respeto al ritmo individual y el compromiso con una educación inclusiva y significativa.

Así, el texto se estructura en torno a tres ejes principales: los fundamentos conceptuales que vinculan estas tecnologías con el desarrollo inicial de la lectura y la escritura, las aplicaciones actuales y emergentes en entornos infantiles reales y las implicaciones éticas, pedagógicas y de diseño necesarias para una implementación responsable y coherente con los principios de la educación infantil.

1. Marco teórico

La introducción del aprendizaje automático y las analíticas de aprendizaje en educación infantil representa un avance emergente en la construcción de entornos educativos más personalizados y adaptativos. Aunque estas tecnologías se han desarrollado principalmente en educación superior y secundaria, su integración en las etapas iniciales plantea un marco teórico que requiere ser reinterpretado desde las necesidades y características del desarrollo infantil temprano.

En la etapa de 3 a 6 años, la lectura y la escritura no deben ser concebidas como habilidades aisladas, sino como procesos enmarcados en una construcción sociocultural del lenguaje. Autores como Teberosky y Tolchinsky (1995) destacan que la alfabetización inicial surge de la interacción activa del niño con el lenguaje oral y escrito en contextos significativos. Este enfoque interactivo y constructivista exige que cualquier tecnología aplicada a este ámbito no sustituya el rol del docente ni la mediación pedagógica, sino que se convierta en una herramienta al servicio del desarrollo integral.

Desde la perspectiva del aprendizaje automático, se ha comenzado a explorar su potencial para identificar trayectorias

tempranas de aprendizaje, especialmente en habilidades fonológicas, conciencia léxica y emergente comprensión lectora (Chen et al., 2021). Estos sistemas pueden analizar grandes volúmenes de datos procedentes de entornos digitales de juego, actividades interactivas o registros observacionales permitiendo detectar patrones que serían difíciles de observar a simple vista. En este sentido, el aprendizaje automático funciona como una extensión de la mirada docente, pero nunca como su reemplazo.

Por su parte, las analíticas de aprendizaje aportan un marco metodológico para transformar datos en conocimiento pedagógico. En educación infantil, su aplicación debe estar centrada en la personalización de apoyos y la prevención de dificultades lectoras, más que en la evaluación estandarizada del rendimiento. Según Papamitsiou y Economides (2014), las analíticas de aprendizaje permiten visualizar la evolución del alumno en tiempo real, favoreciendo una toma de decisiones más ajustada y formativa. En contextos de alfabetización inicial, esto puede traducirse en adaptaciones específicas en el ritmo, las estrategias o los materiales utilizados con cada niño o niña.

El modelo ecológico de Bronfenbrenner (2005) aporta una base teórica relevante para contextualizar el uso de estas tecnologías en la infancia. Cualquier sistema automatizado o de análisis debe tener en cuenta la interacción entre el entorno familiar, escolar y comunitario del menor, evitando una visión reduccionista centrada exclusivamente en los datos individuales. Por ello, la integración ética y pedagógica de estas herramientas debe considerar factores emocionales, culturales y de equidad, especialmente en el caso de niños con necesidades educativas especiales o en situación de vulnerabilidad social.

Las investigaciones recientes en neuroeducación también han evidenciado la importancia de respetar los ritmos de maduración cerebral en la enseñanza de la lectura y la escritura. Dehaene (2020) advierte sobre los riesgos de introducir aprendizajes formales demasiado temprano y propone una secuenciación gradual basada en la plasticidad neuronal. En este marco, las tecnologías de aprendizaje automático pueden contribuir si se alinean con una propuesta pedagógica basada en el juego, la exploración y la afectividad que respeten las fases naturales del desarrollo.

Autores como Holmes et al. (2019) insisten en la necesidad de diseñar sistemas de inteligencia artificial educativa centrados

en el niño que promuevan la motivación intrínseca, la autorregulación y la curiosidad. En el caso de la alfabetización inicial, esto implica que las aplicaciones y plataformas tecnológicas deben incorporar elementos lúdicos, narrativos y multisensoriales que enriquezcan la experiencia del lenguaje escrito, en lugar de limitarla a ejercicios repetitivos o evaluaciones automatizadas.

Por último, la dimensión ética en el uso de estas tecnologías en la infancia es prioritaria. La recopilación y el tratamiento de datos de menores requiere un enfoque de privacidad reforzada, consentimiento informado y diseño transparente. Como señalan Slade y Prinsloo (2013), la protección de los derechos del niño en entornos digitales debe estar en el centro de cualquier implementación tecnológica, especialmente cuando se trata de herramientas basadas en inteligencia artificial.

En definitiva, el marco teórico que sustenta la aplicación del aprendizaje automático y las analíticas de aprendizaje en la enseñanza de la lectura y la escritura en educación infantil debe ser necesariamente interdisciplinar, combinando aportes de la pedagogía, la neurociencia, la psicología evolutiva y la inteligencia artificial educativa. Solo así será posible desarrollar herramientas tecnológicas que respeten la singularidad del desarrollo infantil, potencien la acción docente y favorezcan una alfabetización temprana más inclusiva, significativa y personalizada.

2. Reflexión

La incorporación del aprendizaje automático y las analíticas de aprendizaje en la etapa de educación infantil plantea una profunda reflexión sobre el papel de la tecnología en los procesos de alfabetización temprana. Lejos de ser una simple cuestión de innovación técnica, esta integración interpela directamente al corazón de la pedagogía infantil: el respeto por los ritmos individuales, la centralidad del juego y la construcción social del lenguaje como eje del desarrollo cognitivo y emocional.

En un momento histórico donde la digitalización avanza hacia las etapas más tempranas del sistema educativo, resulta imprescindible mantener una postura crítica y consciente sobre el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial. La alfabetización inicial no puede ni debe convertirse en un proceso tec-

nocéntrico. Las tecnologías pueden, sin duda, enriquecer las prácticas pedagógicas, pero deben ser subordinadas a los principios fundamentales de la educación infantil: la calidez del vínculo humano, la exploración activa, la significatividad del contexto y la diversidad de estilos y tiempos de aprendizaje.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje automático y las analíticas de aprendizaje no se conciben como instrumentos para estandarizar o acelerar el aprendizaje lector-escritor, sino como recursos que permiten observar con mayor profundidad las trayectorias individuales, prevenir dificultades y ofrecer apoyos personalizados, especialmente en contextos donde el número de alumnos o la diversidad funcional dificultan una atención completamente individualizada.

El verdadero valor de estas tecnologías en la infancia no radica en su capacidad de medir, sino en su potencial para revelar. Revelar patrones de interacción con el lenguaje, momentos de confusión o de descubrimiento, necesidades ocultas detrás de conductas aparentemente neutras. Y al hacerlo, ofrecer al docente nuevas lentes para comprender mejor a cada niño o niña en su proceso singular de construcción del lenguaje escrito.

No obstante, la implementación de estas herramientas exige condiciones pedagógicas, éticas y técnicas muy precisas. Es necesario diseñar entornos digitales que respondan a las características del pensamiento infantil: entornos lúdicos, afectivos, abiertos a la experimentación y centrados en la relación. Cualquier sistema que aspire a acompañar el aprendizaje de la lectura y la escritura debe estar al servicio del juego simbólico, la expresión creativa, la interacción oral y el placer de descubrir las palabras en comunidad.

Asimismo, resulta esencial garantizar la protección de los derechos del niño en todo el proceso. La recolección de datos debe ser transparente, los algoritmos explicables, y las decisiones pedagógicas siempre estar lideradas por profesionales de la educación, no por sistemas automatizados. La ética del cuidado y la responsabilidad compartida deben ser el principio rector en cualquier experiencia tecnológica aplicada a la infancia.

En definitiva, el uso del aprendizaje automático y las analíticas de aprendizaje en la alfabetización temprana solo será significativo si contribuye a una educación más humana, personalizada e inclusiva. Si estas herramientas nos ayudan a escuchar me-

jor a cada niño, a entender cómo aprende y a acompañarlo con mayor sensibilidad, entonces habrán cumplido su función. De lo contrario, corren el riesgo de desdibujar la riqueza del proceso educativo, reduciendo a datos lo que solo puede comprenderse desde la relación, la empatía y la mirada pedagógica atenta.

3. Conclusión

La introducción del aprendizaje automático y las analíticas de aprendizaje en el ámbito de la lectura y la escritura en educación infantil representa una oportunidad sin precedentes para enriquecer las prácticas pedagógicas, siempre que se haga desde una mirada crítica, ética y centrada en el desarrollo integral del niño o la niña. Estas tecnologías, si se comprenden y utilizan adecuadamente, pueden convertirse en aliadas potentes para personalizar la enseñanza, detectar tempranamente posibles dificultades y fortalecer la toma de decisiones del profesorado.

No obstante, esta integración tecnológica debe estar subordinada a los principios fundamentales de la educación infantil: el juego como motor de aprendizaje, el respeto a los ritmos individuales, la importancia del vínculo afectivo y el valor de la comunicación auténtica en contextos significativos. La lectura y la escritura en estas edades no se reducen a códigos o algoritmos, son, ante todo, procesos vivenciales cargados de sentido, emoción y descubrimiento.

Las herramientas basadas en inteligencia artificial pueden ofrecer ventanas inéditas para observar el desarrollo del lenguaje escrito, siempre que estén al servicio de una pedagogía inclusiva, flexible y humanista. Su diseño debe contemplar el universo simbólico de la infancia, promover el pensamiento creativo y fomentar el placer de leer y escribir desde edades tempranas. Al mismo tiempo, es necesario garantizar que su uso se acompañe de medidas de protección de datos, formación docente específica y una reflexión permanente sobre su impacto en la cultura escolar.

En definitiva, el valor educativo del aprendizaje automático y las analíticas de aprendizaje en educación infantil no radica en su sofisticación técnica, sino en su capacidad de ayudarnos a comprender mejor cómo aprenden los niños y niñas a leer y escribir y cómo podemos acompañarlos de forma más empática,

sensible y eficaz. Solo si estas herramientas se integran con un profundo compromiso pedagógico y ético, podrán contribuir a una alfabetización temprana verdaderamente significativa y transformadora.

4. Bibliografía

Bronfenbrenner, U. (2005). *Making human beings human: Bioecological perspectives on human development*. SAGE.

Chen, L., Chen, P. y Lin, Z. (2021). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, *9*, 7473-7482.

Dehaene, S. (2020). *Cómo aprendemos: Por qué el cerebro aprende mejor que cualquier máquina... por ahora*. Siglo XXI.

Holmes, W., Bialik, M. y Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Papamitsiou, Z. y Economides, A. A. (2014). Learning analytics and educational data mining in practice: A systematic literature review of empirical evidence. *Educational Technology & Society, 17*(4), 49-64.

Slade, S. y Prinsloo, P. (2013). Learning analytics: Ethical issues and dilemmas. *American Behavioral Scientist, 57*(10), 1510-1529.

Teberosky, A. y Tolchinsky, L. (1995). Más allá de los métodos de enseñanza: la adquisición de la lengua escrita como proceso constructivo. En C. Monereo y J. I. Pozo (Eds.), *La enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria* (pp. 335-357). Alianza.

Sobre la coordinación

Cristina Pinto Díaz es Profesora Ayudante Doctora del área de Didáctica y Organización Escolar en la Universidad de Alcalá. Doctora en Educación por la Universidad de Jaén, desarrolla su actividad docente e investigadora en los ámbitos de la educación inclusiva, la pluriculturalidad y la formación del profesorado. Cuenta con diversas publicaciones de impacto científico y participa activamente en proyectos de investigación y eventos académicos nacionales e internacionales. Su trabajo se orienta a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje y a la promoción de una educación más equitativa e inclusiva.

Vanessa Paloma Moreno Rodríguez es doctora en Bioquímica y Biología molecular con una trayectoria que integra la investigación biomédica, la neurociencia y laeducación, con especial atención a la comprensión de las bases biológicas de la cognición y su aplicación al contexto educativo. Actualmente dirige el Máster en Neuropsicología Educativa de la Universidad Alfonso X el Sabio. Sus líneas de trabajo se centran en neuropedagogía, el bienestar emocional adolescente y la formación docente. Su experiencia investigadora y académica le permite abordar la relación cerebro-cognición-aprendizaje desde una perspectiva científica, interdisciplinar y aplicada.

Antonio Hernández Fernández. Profesor Titular de Universidad. Departamento de Pedagogía (Universidad de Jaén). Miem-

bro del grupo de investigación: Laboratorio de Investigación en Formación y Profesionalización (Labosfor) (SEJ059) (Universidad de Granada). Miembro del grupo EMIPE (Equipo de mejora interdisciplinar de la práctica educativa). Universidad Autónoma de Madrid. Miembro de la Red Iberoamericana para el desarrollo de la Identidad Profesional del Docente (RED RIDIPD). Doctor en Pedagogía.

Claudia de Barros Camargo. Profesora de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (Madrid). Miembro del grupo de investigación (LABOSfor). Laboratorio de Investigación en Formación y Profesionalización (SEJ059) (Universidad de Granada). Miembro del Grupo EMIPE (Equipo de mejora interdisciplinar de la práctica educativa), Universidad Autónoma de Madrid. Miembro de la Red Iberoamericana para el desarrollo de la Identidad Profesional del Docente (RED RIDIPD).

Índice

Prólogo 13

1. Introducción a la inteligencia artificial adaptativa y generativa en la educación 15
   Introducción 15
   1. Marco teórico 17
      1.1. Las IA, sus interfaces de aprendizaje y la educación 17
      1.2. Las IA en el mundo educativo. Un motivador comienzo, pero un largo camino 18
   2. Discusión y conclusión 21
   3. Bibliografía 23

2. Fundamentos de la inteligencia artificial y el aprendizaje autónomo 27
   Introducción 27
   1. Marco teórico 27
      1.1. Origen y evolución del concepto 27
      1.2. Algoritmos e inteligencia artificial 29
      1.3. Aprendizaje automático o *Machine Learning* 30
      1.4. *Deep Learning* 32
      1.5. Diferentes campos de la IA 32
         1.5.1. Procesamiento del lenguaje natural (PLN) 32
         1.5.2. La inteligencia artificial generativa (IAG) 33
   2. Método 34
   3. Conclusiones 35
   4. Bibliografía 37

3. Sistemas de tutoría inteligente y aprendizaje personalizado . . . 39
Introducción . . . 39
1. Inteligencia artificial en la educación . . . 40
2. Sistemas de tutoría inteligente (ITS) . . . 41
3. Inteligencia artificial en el aprendizaje personalizado . . . 43
4. Desafíos y oportunidades del uso de la IA en la educación . . . 44
4.1. Desafíos de la IA en educación . . . 44
4.1.1. Desafíos éticos y de privacidad . . . 44
4.1.2. Desafíos de equidad y accesibilidad . . . 45
4.1.3. Limitaciones técnicas y pedagógicas . . . 45
4.2. Oportunidades de la IA en educación . . . 45
5. Conclusiones . . . 46
6. Bibliografía . . . 47

4. Evaluación adaptativa y retroalimentación inteligente. Una revision sistemática . . . 49
Introducción . . . 49
1. Marco teórico . . . 50
1.1. Fundamentos de la evaluación adaptativa . . . 51
1.2. Principios de la retroalimentación inteligente . . . 52
2. Método . . . 54
3. Resultados . . . 54
4. Discusión y conclusión . . . 55
5.Bibliografía . . . 56

5. Chatbots y asistentes virtuales en el aula . . . 57
Introducción . . . 57
1. Chatbot y asistentes virtuales . . . 58
2. Método . . . 59
2.1. Estrategia de búsqueda . . . 60
2.2. Criterios de inclusión y exclusión . . . 61
2.3. Proceso de selección . . . 61
3. Resultados . . . 62
4. Conclusión . . . 66
5. Bibliografía . . . 67

6. Gamificación adaptativa y diseño de juegos educativos con inteligencia artificial 69
Introducción 69
1. Marco teórico: gamificación adaptativa y diseño de juegos educativos con IA 70
1.1. Formas de gamificación adaptativa en la educación 70
1.2. Beneficios de la gamificación adaptativa en educación 71
2. Método: aplicaciones de la gamificación adaptativa en la educación 72
2.1. Recompensas por tareas completadas 72
2.2. Tablas de clasificación 72
2.3. Activos digitales coleccionables 73
2.4. Implementación y adaptación con IA 73
2.5. Ejemplos prácticos de gamificación adaptativa en educación 74
3. Resultados: innovación en la educación a través del caso de Napkin AI 74
3.1. Organización y validación de ideas 75
3.2. Personalización del aprendizaje 75
3.3. Fomento de la creatividad 75
3.4. Integración y ejemplos de uso en la educación superior 76
4. Discusión y conclusión 77
5. Bibliografía 77

7. Aplicaciones de la IA en la educación especial y la neurodiversidad 81
Introducción 81
1. Marco teórico 83
1.1. Neurodiversidad y su importancia en el contexto educativo 83
1.2. Diseño de planes educativos personalizados, adecuación didáctica y personalización del aprendizaje 85
1.3. Identificación y prevención de NEAE mediante IA 88
2. Conclusión 89
3. Bibliografía 90

8. Ética y sesgos en la inteligencia artificial educativa 93
Introducción 93
1. Marco teórico: ética y sesgos en la inteligencia artificial educativa 94
1.1. Inteligencia artificial en educación 94
1.2. Impacto de la web y el crecimiento de los sistemas de IA educativa 95
1.3. Desafíos éticos en la IA educativa 96
1.4. Tipos de sesgos en la IA educativa 97
1.5. Propuestas para una implementación ética de la IA en educación 97
2. Método: implementación y aplicación efectiva de la IA 98
2.1. Aprendizaje personalizado y asistencia a estudiantes con requisitos especiales 99
2.2. Evaluación y retroalimentación eficientes 99
3. Resultados: desafíos y consideraciones éticas 100
4. Discusión y conclusión 101
5. Bibliografía 101

9. Aplicaciones de la IA en la educación a distancia y el *e-learning* 105
Introducción 105
1. Marco teórico 106
1.1. Globalización y acceso a la información 106
1.2. La educación frente a la encrucijada de la globalización y la era digital 107
1.3. Aplicaciones de la IA en la educación a distancia 108
1.4. Aplicaciones de la IA en la educación *e-learning* 108
1.5. Implicaciones para la formación de docentes 109
2. Método 110
3. Resultados 111
4. Discusión y conclusión 111
5. Bibliografía 112

10. Desafíos y oportunidades de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación 115
Introducción 115
1. Marco teórico 116
1.1. Fundamentos de la inteligencia artificial en educación 116
2. Método 118

2.1. Criterios de elegibilidad . . . 118
2.2. Fuentes de información . . . 119
2.3. Palabras clave utilizadas . . . 119
2.4. Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios individuales . . . 119
2.5. Métodos para presentar y sintetizar los resultados . . . 120
3. Resultados . . . 120
3.1. Resumen de estudios incluidos . . . 120
3.2. Análisis temático . . . 120
3.2.1. IA adaptativa . . . 120
3.2.2. IA generativa . . . 121
3.2.3. Desafíos identificados . . . 122
3.2.4. Oportunidades detectadas . . . 122
4. Discusión y conclusión . . . 123
5. Bibliografía . . . 124

11. La inteligencia artificial como puente entre las barreras lingüíticas en la formación de prácticas inclusivas . . . 127
Introducción . . . 127
1. Marco teórico . . . 128
1.1. Inclusión educativa . . . 128
1.2. Curso *online* . . . 128
1.3. Inteligencia artificial . . . 129
2. Metodología . . . 130
2.1. Texto (PDF) . . . 130
2.2. Audio . . . 131
2.3. Vídeo . . . 131
3. Resultados . . . 131
4. Discusión . . . 133
5. Conclusión . . . 133
6. Bibliografía . . . 134

12. La neurotecnología educativa con inteligencia artificial generativa . . . 137
Introducción . . . 137
1. Marco teórico . . . 138
1.1. Neurotecnología en la educación . . . 138
1.2. IA generativa en la educación . . . 140
1.3. Desafíos éticos y técnicos . . . 142
2. Aportaciones de la neurotecnología educativa con IA generativa . . . 143

3. Conclusión 144
4. Bibliografía 145

13. La IA y su relación con el bienestar educativo 147
Introducción 147
1. Marco teórico 148
1.1. Definición de inteligencia artificial 148
1.2. Concepto de bienestar educativo 150
1.3. Relación entre IA y bienestar educativo 152
2. Discusión 154
3. Conclusión 155
4. Bibliografía 156

14. Redes docentes y desarrollo profesional mediante teoría de redes en educación 159
Introducción 159
1. Marco teórico 159
1.1.¿Qué es la teoría de redes? 159
1.2. Definición y justificación del problema de investigación 160
1.3. Propiedades de las redes aplicadas al entorno educativo 160
1.4. Aplicaciones educativas de la teoría de redes 161
2. Método: red de interacción estudiantil en un aula virtual y red de colaboración docente en una comunidad profesional 162
2.1. Diseño del estudio 162
2.2. Recolección de datos 162
2.3. Análisis de redes y métricas empleadas 162
2.4. Análisis estadístico 163
2.5. Procedimiento 164
3. Resultados 164
3.1. Red de interacción estudiantil en un aula virtual 164
3.2. Red de colaboración docente en una comunidad profesional 167
3.3. Análisis de datos estadístico rigoroso 169
4. Discusión y conclusión 170
5. Bibliografía 171

15. La web3 en la educación: transformando la pedagogía y el aprendizaje en el aula 173
Introducción 173
1. Marco teórico 174
1.1. Conceptos básicos de la web3 174
1.2. Contratos inteligentes en el mundo educativo 174
2. Metodología 176
2.1. Diseño de la actividad 176
2.2. Herramientas y recursos 177
2.3. Proceso de evaluación 177
2.4. Recopilación de datos y análisis 177
3. Resultados: desafíos y consideraciones éticas 178
3.1. Escalabilidad 178
3.2. Privacidad y seguridad de los datos 179
3.3. Interoperabilidad 180
3.4. Costos de implementación 180
3.5. Consideraciones éticas 181
4. Discusión y conclusión 182
5. Bibliografía 182

16. Inteligencia artificial generativa aplicada al diseño de rúbricas de evaluación en educación superior: una experiencia piloto en la formación inicial del profesorado 185
Introducción 185
1. Marco teórico 186
2. Método 188
3. Resultados 188
4. Discusión y conclusión 192
5. Bibliografía 194

17. Aprendizaje de los *prompts* en IA aplicado al caso especial de aprendizaje de una lengua extranjera 197
Introducción 197
1. Marco teórico 198
1.1. La IA en la enseñanza de lenguas 198
1.2. La formación de futuros docentes y la IA 199
2. Método 200
3. Resultados 201
4. Discusión y conclusión 203
5. Bibliografía 204

18. Aprendizaje automático y analíticas de aprendizaje (lectura y escritura) en educación infantil 209
Introducción 209
1. Marco teórico 210
2. Reflexión 212
3. Conclusión 214
4. Bibliografía 215

Sobre la coordinación 217

Aplicaciones de la inteligencia adaptativa y generativa en la educación

Un enfoque innovador y transformador

Este libro aborda, desde una perspectiva teórica, el papel de la inteligencia artificial generativa y adaptativa en el proceso completo de enseñanza-aprendizaje. Explora cómo estas tecnologías transforman la planificación, mediación y evaluación educativa. Se analizan sus fundamentos conceptuales, implicaciones pedagógicas y desafíos éticos. La obra propone una visión crítica y reflexiva del rol de la IA como agente cognitivo en educación. Es una invitación a repensar la práctica docente en la era digital.

Con el soporte de:

UAX FUNDACIÓN

Octaedro

Horizontes Universidad