



# Inteligencia artificial en la educación

## Desarrollo y aplicaciones

Las opiniones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente la posición oficial de la OEI ni de sus países miembros.

Esta publicación debe citarse como: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). (2024). *Inteligencia artificial en la educación Desarrollo y aplicaciones*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).

© Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)

C/ Bravo Murillo, 38 28015 Madrid, España

oei.int

Publicado en noviembre de 2024

Ilustraciones: Nicolás Aznárez (Pencil Ilustradores)

Diseño, maquetación y gráficos: Agencia Yerro

ISBN: 978-84-86025-60-1



**4** **Prólogo. Más allá del «efecto WOW»: la IA al servicio de la educación iberoamericana**  
*Mariano Jabonero Blanco*

**6** **Prólogo. Integración y desafíos de la IA en la educación gallega**  
*Román Rodríguez González*

**9** **Inteligencia artificial: ¿y ahora qué?**  
*Sofía Schelotto Varela*

**15** **Inteligencia artificial en la educación: ¿herramienta del futuro o desafío para el aprendizaje?**  
*Óscar Huertas Rosales*

**22** **Técnicas y tecnologías útiles en el aprendizaje. De las máquinas de Skinner a la inteligencia artificial**  
*Antoni Hernández-Fernández*

**41** **Aspectos a tener en cuenta al crear un software para educación apoyado en IA**  
*Marco Besteiro*

**49** **Desarrollo y herramientas de inteligencia artificial en el ámbito educativo**  
*Josefa Paulos Lareo y Óscar Manuel Rey Calo*

**60** **Toma de decisiones del profesorado asistida por sistemas de inteligencia artificial**  
*Francisco Herrera Triguero*

**66** **La inteligencia artificial explicada desde las primeras etapas educativas**  
*Eva Cernadas García*

**79** **Preguntas frecuentes**

## Prólogo

# Más allá del «efecto WOW»: la IA al servicio de la educación iberoamericana

**T**odo cambió el 30 de noviembre de 2022. Aquel día la empresa estadounidense OpenAI permitió por primera vez que el público general interactuara con su LLM a través de ChatGPT.

Se ha hablado mucho desde entonces de cómo aquel momento cambió la percepción que la sociedad tenía sobre las posibilidades de la inteligencia artificial. Tanto se ha hablado, que a menudo cuesta recordar lo próximo de la fecha, que desde entonces ha adquirido cierta aura fundacional, como si aquel último día de noviembre nos hubiera instalado en una nueva era.

Una nueva era que, dicho sea de paso, tiene en común con la que la precedió desafíos conocidos para quienes llevamos décadas trabajando por la mejora de la educación y por la igualdad de oportunidades en Iberoamérica.

Los usos educativos de la IA son muchos, y se abordan en detalle en esta publicación, por lo que solo me corresponde ahora mencionar-

los: personalización del aprendizaje, apoyo a la labor docente al liberar de tareas administrativas, mejoras en la accesibilidad, tutorías virtuales siempre disponibles, entre otras. Además de todo esto, muchos defendemos que la IA puede también ayudar a generar ambientes más estimulantes para el aprendizaje.

La posibilidad de estos ambientes estimulantes va más allá del efecto WOW que produce la irrupción de una novedad tecnológica. Si dependiéramos de ese elemento sorpresivo para estimular el aprendizaje, seríamos esclavos de la tendencia, de la promesa más reciente, y perderíamos la perspectiva de los objetivos transformadores de la educación.

Cuando defiendo que la IA nos brindará ambientes más atractivos para la enseñanza y el aprendizaje, no me refiero solo a esas posibilidades para el aprendizaje personalizado o a las mejoras en la accesibilidad, entre otras. En lo que estoy pensando es en los retos que la nueva era, la era de la IA, tiene en común con



# OEI

la precedente, con el tiempo anterior a aquel 30 de noviembre de 2022.

La falta de conectividad en un elevado porcentaje de escuelas públicas, los problemas de la capacitación docente en el uso de tecnologías para el aprendizaje o la inclusión educativa de personas provenientes de comunidades indígenas son algunos de los retos iberoamericanos. Conviene insistir en que ya lo eran antes de la irrupción en la conciencia pública de las posibilidades de la IA.

Los 75 años de historia de la OEI en defensa de la educación, la ciencia y la cultura iberoamericanas, que en 2024 nos valió el reconocimiento del premio Princesa de Asturias de Cooperación Internacional, nos dan una perspectiva única de esos desafíos. Ante una situación que a algunos podría parecer desesperada, en la OEI vemos una posibilidad única.

**Es el tiempo de transformar la educación usando la tecnología**, y en especial la inteligencia artificial, para reforzar todo aquello que hace posible que aprendamos de forma significativa. Me refiero al papel de las maestras y los maestros, pero también a metodologías capaces de despertar y mantener viva la llama de la curiosidad innata de los y las estudiantes, su capacidad de asombro y su necesidad de conectar con el mundo que les rodea.

Bajo el nombre de *inteligencia artificial* se agrupa un conjunto de tecnologías que lo son, en gran medida, del lenguaje y del contexto

cultural. Su uso y desarrollo requieren una gran cantidad de recursos de los que la educación pública iberoamericana tiene carencias que estamos aún trabajando para superar.

**La transformación digital de la educación necesita una mejora en las infraestructuras educativas para asegurar igualdad de oportunidades entre el alumnado urbano y el rural.** Sin embargo, no alcanzaremos los objetivos de mejora de la educación solo invirtiendo en tecnología, aunque esta sea tan poderosa como la IA.

Desde la OEI reivindicamos un enfoque que incluya los aspectos lingüísticos y culturales iberoamericanos, con los que reforzar metodologías activas de aprendizaje y enseñanza, y así promover una educación en la que la calidad y sus posibilidades transformadoras no dependan ya del acceso a la vanguardia tecnológica.

Urge más que nunca apropiarse de las posibilidades de la IA, llevarla a los confines más remotos de Iberoamérica. En la OEI estamos trabajando por acercar esta revolucionaria tecnología incluso a escuelas sin conectividad. Mediante redes locales y aprovechando modelos pequeños de lenguaje, estamos en condiciones de facilitar una educación personalizada, innovadora y social.

Trabajamos con la perspectiva de 75 años de historia por las escuelas iberoamericanas para el futuro.

Mariano Jabonero Blanco

*Secretario general de la  
Organización de Estados Iberoamericanos  
para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*



## Prólogo

# Integración y desafíos de la IA en la educación gallega

**E**s evidente que la inteligencia artificial (IA) está irrumpiendo con fuerza en nuestra sociedad. Lo hace con un impacto profundo y transformador que afecta todas las esferas de nuestra vida, todas las actividades y a todos los sectores productivos, desde la automatización avanzada de procesos industriales hasta la personalización de terapias en el ámbito médico o el servicio de recomendadores de contenidos audiovisuales en plataformas de streaming. Nuestras sociedades están abrazando el uso y desarrollo de tecnologías inteligentes. Las aplicaciones que se nutren de este tipo de sistemas se han popularizado a nivel global, tal y como evidencia el hecho de que la aplicación de ChatGPT se haya extendido en todo el mundo, alcanzando los cien millones de personas usuarias tan solo dos meses después de su lanzamiento.

Estamos viviendo una revolución tecnológica que, por su magnitud, es parangonable a hitos históricos como la invención de la imprenta o la aparición de la máquina de vapor. **La inteligencia artificial no solo está cambiando la forma en que trabajamos y aprendemos, sino que también redefine el acceso y de-**

**sarrollo del conocimiento**, así como la propia interacción humana. Esta revolución está transformando ya los cimientos de la sociedad actual.

Es incuestionable, por lo tanto, que la educación se encuentra en un momento decisivo. En las últimas décadas, ha estado inmersa en un proceso de transformación impulsado por la digitalización, un desarrollo que se ha visto acelerado por las necesidades creadas a raíz de la pandemia de la COVID-19 y por los nuevos avances en tecnologías emergentes, como la propia inteligencia artificial. Este contexto de transformación plantea profundos desafíos al mismo tiempo que abre un amplio abanico de nuevas oportunidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Conscientes de ello, la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y la Xunta de Galicia, a través de la Consellería de Educación, Ciencia, Universidades y Formación Profesional, unieron esfuerzos para organizar el seminario «Transformación digital e inteligencia artificial en la educación», celebrado el pasado mes de mayo de 2024 en Santiago de Com-

postela y transmitido en línea para toda la comunidad educativa iberoamericana. Durante el evento se discutieron tanto las potencialidades como los desafíos éticos, formativos y pedagógicos que supone integrar la IA en las aulas. Asimismo, se puso de relieve la necesidad de adoptar un enfoque equilibrado y colaborativo para asegurar que la tecnología actúe como un catalizador positivo en la transformación educativa y en la creación de un futuro más inclusivo y equitativo.

Más allá de una simple herramienta tecnológica, la IA está llamada a transformar de manera integral el ecosistema educativo. Sin embargo, como toda revolución o cambio profundo, suscita reacciones diversas y encontradas; mientras que algunas voces perciben esta tecnología como una amenaza para el rol tradicional de la escuela, de la figura docente, de la academia y del sistema educativo en su conjunto, otras ven en ella una oportunidad única para hacer frente a los grandes retos de la educación. Estas últimas abogan por la implementación de tecnologías inteligentes para la mejora de la calidad educativa o la personalización de los procesos de enseñanza-aprendizaje y la consiguiente optimización de la atención efectiva a la diversidad, entre otros campos de acción.

Pero no todo es blanco o negro. Entre los valores absolutos, existen matices intermedios. Por ello, es fundamental analizar y reflexionar, con un enfoque amplio y sosegado, sobre las cuestiones clave relacionadas con la inteligencia artificial en el ámbito educativo, al mismo tiempo que mantenemos una actitud proactiva que nos permita capitalizar al máximo las oportunidades que se presentan.

La irrupción de la IA dibuja un cambio de paradigma integral. Este cambio transformará los sistemas educativos y supondrá un enorme reto para la Administración en materia educativa. Un desafío que podríamos llegar a comparar con lo que, en su momento, supuso la introducción de la educación universal.

Ante esta responsabilidad, en Galicia hemos constituido recientemente un grupo de trabajo

pionero e innovador, formado por personal experto con perfiles diversos, de cara a definir el nuevo paradigma educativo en los tiempos de la IA. Su primer cometido será desarrollar pautas y orientaciones sólidas que guíen su uso ético y sean capaces de aportar beneficios en el ámbito educativo. Esta misión es especialmente acuciante en un momento de incertidumbre y cambio en el que, además, el marco legislativo no se desarrolla al mismo ritmo al que la expansión y adopción de la IA lo hace, de manera generalizada, en el seno de la comunidad educativa.

Por otra parte, somos conscientes de que el ámbito educativo, por su naturaleza, presenta unas peculiaridades y niveles de riesgo que nos obligan a adoptar un enfoque ético específico en la integración de la IA. El cual ha de tener en cuenta el protagonismo de las personas, el componente humano y la diversidad de enfoques y contextos educativos.

En definitiva, el objetivo último de la labor de este grupo de trabajo es sacar el máximo provecho de la IA y asegurar que su implementación sea responsable, ética, positiva y adecuada al contexto y a las características de nuestra comunidad educativa, gestionando de manera efectiva los posibles riesgos asociados. Este enfoque busca que **la inteligencia artificial no solo contribuya al avance tecnológico, sino que también promueva valores de equidad y accesibilidad dentro del sistema educativo.**

A nivel estratégico, Galicia está dando los primeros pasos para una integración avanzada de la IA través de iniciativas precursoras como el proyecto EdugallA en la educación. EdugallA se centra en tres ámbitos prioritarios: la gobernanza educativa, el desarrollo del expediente digital del alumnado y la creación de un espacio común de comunicación y colaboración entre las familias, los centros educativos y la administración. Este proyecto busca transformar el modelo de administración educativa digital, sistematizando la información de múltiples fuentes para abordar desafíos como el abandono escolar y la necesidad de diseñar



itinerarios especializados. Además, EdugallA habilitará un punto único de contacto para que alumnado y familias puedan acceder a información relevante sobre su trayectoria educativa, promoviendo una comunicación ágil y efectiva que facilite la toma de decisiones informadas.

Nuestra consellería ha sido pionera también en la creación e impartición de asignaturas específicas en inteligencia artificial entre las enseñanzas medias. En concreto, durante el último curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y en el Bachillerato. Además, Galicia cuenta con un grado y un máster interuniversitarios en IA ofrecidos en los campus de las tres universidades públicas gallegas de A Coruña, Santiago de Compostela y Vigo, así como un curso de especialización de grado superior de Formación Profesional en Inteligencia Artificial y Big Data impartido en varios centros de la geografía gallega.

La incorporación de la IA en el currículo de las enseñanzas medias y superiores en Galicia responde a una estrategia educativa orientada a dotar al estudiantado de las competencias necesarias para desenvolverse en un mundo cada vez más digitalizado. Especialmente, en una comunidad autónoma con vocación por mantenerse a la vanguardia en el ámbito tecnológico; una comunidad que apuesta por la investigación, la innovación y la transferencia del conocimiento con proyectos pioneros que facilitan la colaboración entre instituciones educativas, centros de investigación y entidades del ámbito público y privado. Con lo que se crea un ecosistema que promueve el progreso y el bienestar social a través del avance científico y tecnológico.

Un ejemplo claro de este liderazgo tecnológico lo evidencia el establecimiento de la sede física de la Agencia Española de Supervisión de la Inteligencia Artificial (AESIA) en la ciudad de A Coruña. Esta agencia no solo supervisa el

desarrollo y la implementación de tecnologías de IA en España, sino que también promueve el I+D+i en este campo, atrayendo talento y recursos a una región que alberga más de 3000 empresas y startups vinculadas al sector, y que genera 23 000 puestos de trabajo en él.

Resulta imprescindible destacar también la labor de la Agencia para la Modernización Tecnológica de Galicia (Amtega), cuya contribución es clave para impulsar el progreso y la transformación digital en la región. Amtega juega un papel crucial en este ecosistema, liderando iniciativas y proyectos que fomentan la innovación y el desarrollo en IA, como la Estrategia Gallega de Inteligencia Artificial 2030 —la cual nace con el objetivo de convertir a Galicia en una región inteligente que contribuya a la soberanía digital de la Unión Europea y que movilizará más de 330 millones de euros públicos de la Xunta de Galicia entre 2021 y 2030— o la Ley de Inteligencia Artificial de Galicia. La comunidad se posiciona como líder en la regulación de la IA al elaborar una ley específica para su desarrollo e impulso. Su aprobación está prevista para principios del próximo año 2025 y establecerá los principios éticos, así como un marco legal uniforme, para el diseño, adquisición, implementación y uso de sistemas de IA en la administración pública gallega.

En definitiva, **Galicia, como referente en la integración de la IA también en la educación, seguirá liderando procesos de reflexión, análisis y evaluación** continua en torno a ella de cara a fomentar una implementación ética y beneficiosa. La misión es clara: aprovechar el potencial de esta tecnología para mejorar la calidad de vida, avanzar en la cohesión social y transformar el paradigma educativo hacia un modelo más inclusivo, equitativo y centrado en el desarrollo humano.

Román Rodríguez González

*Conselleiro de Educación, Ciencia, Universidades  
y Formación Profesional de la Xunta de Galicia*





# Inteligencia artificial: ¿y ahora qué?

Sofía Schelotto Varela

*Socióloga y coordinadora de proyectos en Ceibal (Uruguay)*

**A** partir de la premisa de que la IA representa múltiples oportunidades y desafíos, el presente artículo busca explorar aspectos clave que se han de considerar al momento de impulsar acciones orientadas al ámbito educativo.

En este sentido, se propone una revisión del caso de Uruguay y las líneas de trabajo implementadas por Ceibal. En el marco de un modelo de análisis que reconoce la importancia de la intervención en tres niveles, micro, meso y macro, el análisis sugiere los tres que se explican a continuación. Uno, el docente tiene un papel fundamental en la determinación del «para qué» de la IA. A tal fin, es clave que conozca qué es la IA, pero también cómo funciona. Dos, generar espacios de intercambio e innovación en el centro educativo, y entre centros es fundamental para impulsar la cocreación y difusión de buenas prácticas. Tres, es necesario que exista un esfuerzo coordinado y articulado en materia de política pública que permita brindar un marco para la incorporación de nuevas tecnologías en las aulas.

## Introducción

Este artículo podría haber sido escrito por una inteligencia artificial (IA). Se podría haber utilizado, por ejemplo, ChatGPT, ingresando las preguntas que surgieron en el seminario «Transformación digital e inteligencia artificial en la educación», celebrado en mayo en Santiago de Compostela. Se podrían haber obteni-

do varios párrafos sobre la aplicación de IA en educación y, si el resultado no era el esperado, se le podría haber dado nuevas instrucciones para que «afinara» el texto.

Este simple ejemplo muestra que la IA es una herramienta que ofrece beneficios, que puede facilitar procesos y volverlos más eficientes, pero que también trae consigo desafíos y riesgos, puesto que, ¿qué espacio queda reservado para la creatividad y reflexión humana?

La Unesco define la IA como «máquinas capaces de imitar ciertas funcionalidades de la inteligencia humana, incluyendo características como la percepción, el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, la interacción lingüística e incluso la producción de trabajos creativos» (Miao *et al.*, 2021).

Que representa múltiples oportunidades y desafíos no es una novedad; que ya ha cambiado la forma en que se aprende y enseña, tampoco. El presente artículo no supone un análisis exhaustivo de los riesgos y oportunidades de la incorporación de IA en el ámbito educativo. El objetivo es dar un paso más y, reconociendo que estas existen, esbozar algunas estrategias clave en términos de políticas públicas que permitan hacer uso de manera efectiva de los beneficios de la herramienta, de manera ética y sostenible, involucrando a todas y todos.

Para alcanzar el objetivo se analiza un caso específico: Uruguay y, en concreto, Ceibal, como una experiencia particular en el contexto de América Latina. A través de su descripción, mediante revisión de



**La incorporación de IA en el ámbito educativo conlleva riesgos y oportunidades, pero algunas estrategias clave en términos de políticas públicas permitirían hacer uso de manera efectiva de los beneficios de la IA, de manera ética y sostenible, involucrando a todas y todos**

bibliografía y datos secundarios, se busca delimitar algunas consideraciones relevantes que se han de tener en cuenta para el impulso y la incorporación de la IA en materia educativa.

### **IA en las aulas: el caso de Uruguay**

Analizar el caso de Uruguay implica describir qué es y cómo funciona Ceibal, el centro de innovación educativa con tecnologías digitales del Estado uruguayo. Ceibal es una política pública que comenzó a funcionar en el año 2007. Tiene como fin mejorar los aprendizajes e impulsar procesos de innovación, inclusión y crecimiento personal a través de la integración de tecnología a la educación (Ceibal, 2024).

Se constituye como una política de Estado; Ceibal es una institución pública que se rige por el derecho privado y que trabaja con la potestad de tomar decisiones de tipo pedagógico y tecnológico de alcance nacional en acuerdo con el Ministerio de Educación y Cultura (MEC) y la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP).

Para ello, cuenta con siete pilares clave en su formato de gestión: conectividad, dispositivos para la educación, plataformas educativas, programas educativos, desarrollo profesional docente, contenidos educativos y datos y ciencias comportamentales (Ceibal, 2024).

En el transcurso de la historia de Ceibal pueden diferenciarse cuatro grandes fases. La primera (desde el año 2007) orientada a garantizar el acceso universal y equitativo a la tecnología, entregando dispositivos tanto a estudian-

tes como a docentes, facilitando la conexión a internet de los centros educativos e instalando equipos de videoconferencia en estos. A partir del año 2010, se comenzó a trabajar en el acceso a las plataformas y el desarrollo profesional docente. Posteriormente se dio paso al trabajo en nuevas pedagogías para el aprendizaje profundo (2013) y, desde el año 2020, se comenzó a trabajar en un enfoque sistémico orientado a explorar formatos híbridos de enseñanza combinada, profundizando, asimismo, en la cultura de uso de datos para el diseño de buenas prácticas (Ceibal, 2024).

¿Qué lecciones aprendidas deja el caso de Uruguay? El reciente informe *Ceibal: Transformando la educación a través del uso inteligente de la tecnología*, publicado por el Banco Mundial (2024), propone un repaso de sus principales líneas de trabajo para dar cuenta de los desafíos y oportunidades que conlleva implementar un proceso de transformación digital de la educación a gran escala.

El mencionado reporte describe la experiencia de Ceibal identificando seis grandes lecciones aprendidas. Una, que el acceso a dispositivos y conectividad es una base fundamental, pero no es suficiente. Dos, que un diseño institucional ágil y de fácil adapta-



Es importante recordar que este tipo de herramientas no están entrenadas según la legislación educativa

ción es clave en un marco tecnológico de rápida evolución. Tres, que la formación docente y apoyo constante es fundamental para la integración de tecnología en el aula. Cuatro, que el seguimiento y la evaluación son aspectos esenciales para tomar mejores decisiones, basadas en datos. Cinco, que el desarrollo de habilidades en pensamiento computacional, programación e inteligencia artificial en los estudiantes es central en la sociedad actual. Y seis, que el intercambio de conocimientos con otros países y sistemas educativos puede acelerar el progreso y la innovación (Banco Mundial, 2024).

Particularmente, en lo que refiere a IA, desde Ceibal se impulsa una mirada integral que considera tanto aspectos técnicos como pedagógicos y sociales.

Desde el año 2017, Ceibal cuenta con el programa Pensamiento Computacional, me-

dante el cual, docentes de enseñanza remota forman parejas pedagógicas con cada docente de aula. Este programa busca impulsar el desarrollo de habilidades para la descomposición de problemas, identificación de patrones y pensamiento abstracto en múltiples niveles.

La enseñanza de IA se incorporó en este programa con contenido específico donde se trata la temática. Desde Ceibal se realizan cursos y talleres a docentes y estudiantes que tienen como objetivo posicionarlos como consumidores conocedores de la IA, pero también como productores éticos de tecnología. El objetivo es impulsar la alfabetización en IA. Conocer qué es y cómo funciona generará buenas prácticas de uso, independientemente de la herramienta utilizada.

El informe *Dando forma al futuro del aprendizaje: el papel de la IA en la Educación 4.0* del





## El programa Pensamiento Computacional busca que los y las estudiantes comprendan el funcionamiento interno de los modelos de aprendizaje automático y el uso de datos, así como la identificación de posibles sesgos

Foro Económico Mundial (2024) destaca la experiencia del mencionado programa, resaltando el hecho de que busca el aprendizaje de pensamiento computacional e IA de una manera interdisciplinaria, en el espacio de articulación de áreas como matemáticas, lenguaje o ciencias. Las actividades pretenden que los estudiantes comprendan el funcionamiento interno de los modelos de aprendizaje automático y el uso de datos, así como la identificación de posibles sesgos (Foro Económico Mundial, 2024).

Al mismo tiempo, desde el equipo de Ceibal se realizan trabajos de investigación. Se destaca el *Marco referencial para enseñanza de inteligencia artificial* (2023), en el que se sustenta el programa, y la publicación orientada a docentes *Construyendo Inteligencia Artificial para la educación* (2024), donde se remarca la importancia de conocer qué es y cómo se usa la IA para lograr mejores prácticas en aula y fomentar el pensamiento crítico desde una perspectiva de inclusión y equidad.

Igual de importante son las actividades concretas que se impulsan para el intercambio de experiencias y presentación de contenidos. Eventos como la Feria Educativa Ceibal para las Áreas STEM (que se ha descentralizado de la capital del país), la Escuela de Verano, la Semana de la Inteligencia Artificial y el Congreso EduIA son ejemplos de espacios clave para generar comunidad educativa y oportunidades de cocreación entre los equipos docentes en temas de tecnología en general y de IA en particular.

### Principales reflexiones

El caso de Ceibal presentado aquí resulta interesante por el hecho de que considera y ar-

ticula tanto el trabajo con docentes como con centros y la comunidad educativa, así como con políticas públicas y programas orientados a la incorporación de la tecnología en el ámbito educativo.

A continuación, se presentan las principales reflexiones a partir del caso planteado. Como base, se utiliza el modelo expuesto por Claro, que «separa las influencias que conforman el contexto de la sala de clases en capas o anillos micro, meso y macro». La autora destaca que, si bien «cada establecimiento escolar tiene su propia cultura y práctica particular, (...) este modelo ofrece una forma de conceptualizar las capas de influencia que afectan a la innovación y al innovador, y de explorar cómo cada una de estas capas pueden afectar a las condiciones que permiten una innovación o cambio escolar» (Claro, 2010).

El primer nivel, micro, supone observar el papel del equipo docente en el aula. La visión aquí planteada está lejos de considerar que la IA «desplaza» o «amenaza» al docente en el aula. Por el contrario, le brinda un rol sumamente relevante, puesto que es necesario contar con docentes formados en temas vinculados a IA, que no solo comprendan qué es y cómo se utiliza, sino que también sepan cómo funciona y qué hay detrás de esta tecnología (han de ser capaces, entre otras cosas, de reconocer que existen sesgos) para poder utilizarla de manera adecuada y transmitir a los estudiantes los beneficios que brinda y los ries-



gos que supone, fomentando un pensamiento crítico.

Incorporar IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje supone dar un nuevo significado al rol del docente, apoyándose en su visión y sus conocimientos pedagógicos. La utilización de la IA así entendida la posiciona no como un fin, sino como un medio. Es importante establecer el para qué del uso de la IA en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Y, en ese contexto, los docentes cumplen una tarea fundamental.

Un apunte más radica en reconocer que la IA puede ser incluso una gran aliada para el docente y constituirse como una herramienta para facilitar procesos. Por ejemplo, de corte administrativo, de creación de recursos, de adaptación según las necesidades de los estudiantes, etc. Para ello, es importante impulsar acciones concretas que faciliten ciertas tareas del equipo docente, brindando información, listados de aplicaciones y herramientas con IA ya validadas que pueden ser utilizadas en el aula y que ofrezcan propuestas pedagógicas para aplicar

**Es necesario contar con docentes formados en temas vinculados a IA, que no solo comprendan cómo se utiliza, sino que también sepan cómo funciona para poder emplearla de manera adecuada y transmitir los beneficios que brinda y los riesgos que supone, fomentando un pensamiento crítico**



en esta, así como espacios de formación y actualización constante en tecnología.

Por otra parte, a un nivel meso destacan los centros educativos y la posibilidad de generar redes de innovación entre centros, involucrando a la comunidad educativa. Sin ir más lejos, algunas de las preguntas que surgieron en el seminario que dio origen a la presente publicación, indagaban sobre experiencias de aplicación de IA en áreas o herramientas específicas. Surge entonces la necesidad de contar con espacios (que incluso podrían ser virtuales) que fomenten el intercambio de buenas prácticas y experiencias de uso entre docentes de un mismo centro y entre centros de una misma región.

En este punto es importante resaltar que no existen recetas únicas que puedan ser aplicables a todos los contextos y territorios, ya que cada uno tendrá sus características particulares en términos de estudiantado, equipo docente o grado de incorporación de tecnología, por mencionar algunos ejemplos. No obstante, el intercambio de experiencias sí puede brindar pistas de posibles caminos a seguir para una mejor enseñanza y aplicación de la IA en el aula, al tiempo que permite impulsar espacios de cocreación, involucrando a la comunidad educativa y generando capacidades en cada uno de los centros educativos.

El tercer nivel mencionado, macro, está vinculado a las políticas públicas y programas orientados a impulsar el uso ético de la IA en el ámbito educativo. Es importante que exista un referente institucional en esta temática que logre articular estrategias con otras iniciativas, ya sea públicas como privadas, trabajando de




manera colaborativa y complementaria e impulsando acciones coordinadas que tengan como centro a las personas.

Lo planteado hasta aquí muestra la importancia de una mirada que considere múltiples niveles de intervención, buscando que la aplicación de IA tenga un para qué y que la comunidad educativa pueda utilizarla com-

prendiendo cómo funciona. Se trata, en definitiva, de diseñar e implementar una estrategia multinivel que genere capacidades en los centros educativos y equipos docentes para un uso ético e inclusivo de la inteligencia artificial, que redunden en el objetivo último de lograr una mejora del aprendizaje de los estudiantes.

## Bibliografía

- Capdehourat, G., Curi, M., Koleszar, V. & Lorenzo, B. (2023). *Marco referencial para la enseñanza de la inteligencia artificial*. Plan Ceibal. Disponible en: <https://pensamientocomputacional.ceibal.edu.uy/wp-content/uploads/2024/02/Marco-referencial-IA.pdf>.
- Ceibal. (2024). *Aprendiendo del futuro*. Ceibal. Disponible en: <https://bibliotecapais.ceibal.edu.uy/info/00021486>.
- Ceibal. (2024). *Pensamiento computacional e Inteligencia Artificial*. Ceibal. Disponible en: <https://pensamientocomputacional.ceibal.edu.uy/inteligencia-artificial>.
- Claro, M. (2010). *La incorporación de tecnologías digitales en educación. Modelos de identificación de buenas prácticas*. División de Desarrollo Social de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Naciones Unidas. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/f60c3b12-096f-49af-a8b2-440d27a-f8fbb>.
- Curi, M., Koleszar, V., Capdehourat, G., Pereiro, E., Lorenzo, B. & Folgar, L. (2024). *Construyendo Inteligencia Artificial para la educación*. Plan Ceibal. Disponible en: <https://pensamientocomputacional.ceibal.edu.uy/wp-content/uploads/2024/06/Construyendo-Inteligencia-Artificial-para-la-educacion.pdf>.
- Elhoussein, G., Hasselaar, E., Lutsyshyn, O., Milberg, T. & Zahidi, S. (2024). *Dando forma al futuro del aprendizaje: el papel de la IA en la Educación 4.0*. Foro Económico Mundial. Disponible en: <https://es.weforum.org/publications/shaping-the-future-of-learning-the-role-of-ai-in-education-4-0>.
- Miao, F., Holmes, W., Ronghuai, H. & Hui, Z. (2021). *Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*. Unesco. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>.
- Molina, E., Cobo, C., Rovner, H., Novali, A. & Pineda, J. (2024). *Ceibal: Transformando la educación a través del uso inteligente de la tecnología*. Innovaciones Digitales en Educación. Banco Mundial. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/country/uruguay/publication/ceibal-transforming-education-in-uruguay-through-technology>.



# Inteligencia artificial en la educación: ¿herramienta del futuro o desafío para el aprendizaje?

Óscar Huertas Rosales

*Responsable de Comunicación del Instituto DaSCI (Instituto Andaluz Interuniversitario de Data Science & Computational Intelligence). Universidad de Granada*

**L**os avances en inteligencia artificial (IA) han transformado numerosos sectores, incluida la educación. A medida que la IA se desarrolla, se integra de forma significativa en las aulas, vista por algunas personas como una herramienta revolucionaria y por otras como un desafío. Desde la automatización de tareas hasta el uso de tutores virtuales personalizados, la IA parece diseñada para optimizar la educación en un mundo digital. Sin embargo, mientras algunos destacan sus beneficios, otros cuestionan si sus implicaciones a largo plazo serán igual de positivas.

A lo largo de la historia, tecnologías como la escritura, la imprenta o la computadora han cambiado la educación. La IA, sin embargo, plantea una reflexión más profunda: ¿es simplemente una herramienta más o un cambio que afecta tanto lo que aprendemos como la manera en que pensamos?

car en ciencia y si debemos enseñar con IA o sobre IA. Estas cuestiones reflejan la incertidumbre acerca de cómo integrar esta tecnología. ¿Está la IA optimizando los métodos actuales o transformando radicalmente la enseñanza?

Por otro lado, figuras como Lorena Fernández Álvarez, directora de comunicación digital de la Universidad de Deusto, y Santiago Bilinkis, tecnólogo, escritor, emprendedor e inversor argentino, destacan los riesgos inherentes de delegar tanto poder sobre la IA. Fernández Álvarez (2023) subraya que el impacto de la IA en la educación no será neutro, especialmente en las generaciones jóvenes que están creciendo en un mundo inmerso en las nuevas tecnologías. Bilinkis (2023) advierte acerca del «sedentarismo intelectual», un fenómeno en el que la capacidad de análisis, creatividad y concentración humana puede verse erosionada por el uso excesivo de la tecnología.

Este artículo explora las cuestiones mencionadas, analizando los beneficios y desafíos éticos, cognitivos y pedagógicos de la IA, con el fin de responder qué debemos enseñar y aprender en un mundo dominado por dicha tecnología.

Personas expertas en el ámbito, como Víctor López Simó (2024), se preguntan cómo usar la IA para edu-



**Hay herramientas basadas en IA que corrigen, proporcionan retroalimentación inmediata y generan reportes de rendimiento. Aunque efectivas, se critica que estas aplicaciones se enfoquen solo en aspectos cognitivos y dejen de lado el desarrollo socioemocional y la colaboración**

Parece evidente que la IA ha encontrado diversas aplicaciones en el ámbito educativo, tanto para optimizar tareas administrativas como para personalizar el aprendizaje. Un ejemplo es la automatización de tareas rutinarias que antes requerían mucho tiempo por parte de los educadores, como la corrección de exámenes, el seguimiento del progreso del alumnado y la organización de contenidos.

Las herramientas basadas en IA pueden corregir trabajos, proporcionar retroalimentación inmediata y generar reportes de rendimiento, lo que permite a los docentes centrarse en actividades pedagógicas. Otro ejemplo son los sistemas de tutoría inteligente (ITS) que personalizan el aprendizaje, adaptándose al ritmo y estilo de cada estudiante. Ajustan el nivel de dificultad según las necesidades individuales, lo que promueve un aprendizaje autodirigido.

Aunque efectivos, personal investigador, como Lucy Avraamidou (2024), critica que estos se enfoquen solo en aspectos cognitivos y dejen de lado el desarrollo socioemocional y la colaboración.

Esta automatización plantea interrogantes, como si la IA puede desplazar a los educadores o relegarlos a simples supervisores de máquinas. El debate sobre el papel de la IA en la educación distingue entre enseñar con IA y enseñar sobre IA, dos enfoques necesarios, pero con objetivos distintos.

Enseñar con IA implica usar herramientas basadas en IA, como sistemas de tutoría o análisis de aprendizaje, para mejorar la enseñanza tradicional. Estas tecnologías permiten personalizar la enseñanza y gestionar mejor las diferencias individuales en grandes clases.

Víctor López plantea (2024) cómo usar la IA para educar en ciencias. Esta herramienta puede crear simulaciones y modelos científicos para visualizar fenómenos complejos y analizar datos en tiempo real, facilitando la enseñanza de temas difíciles. Sin embargo, es vital que la IA complemente y no reemplace al personal docente, el cual sigue siendo esencial en la orientación crítica y emocional de los y las estudiantes.

Enseñar sobre IA implica que el alumnado comprenda el funcionamiento de la tecnología, los algoritmos que usa y los impactos éticos y sociales que propone. No basta con saber emplearla; deben entender sus mecanismos y cuestionar sus decisiones. En un mundo dominado por la IA, es crucial enseñar a identificar sesgos y saber evaluar sus efectos. Esto fomenta el pensamiento crítico y prepara a los y las estudiantes para una sociedad donde la IA representa un papel central. Se han de abar-

car tanto sus beneficios como los riesgos de delegar decisiones importantes a sistemas automatizados.

El uso de la IA en la educación plantea una serie de preguntas sobre su impacto en las capacidades cognitivas del alumnado y en las prácticas pedagógicas tradicionales. Se puede usar esta tecnología para mejorar el aprendizaje, pero también puede tener consecuencias negativas para el desarrollo de habilidades humanas clave.

Lorena Fernández Álvarez destaca que la IA tendrá un impacto significativo en nuestra capacidad analítica, creativa y crítica. En particular, advierte que las generaciones jóvenes, que están aprendiendo y formándose en un mundo ya inmerso en esta tecnología, podrían experimentar un impacto diferente al de los adultos, que crecieron en un contexto menos dependiente de ella.

Este fenómeno de delegación cognitiva implica que, al depender más de las herramientas tecnológicas, el alumnado podría estar menos inclinado a desarrollar ciertas habilidades por sí mismo. Por ejemplo, las calculadoras y ciertos *softwares* han reemplazado la necesidad de realizar cálculos mentales complejos, y

**El uso de la IA en la educación plantea una serie de preguntas sobre su impacto en las capacidades cognitivas. Se puede usar esta tecnología para mejorar el aprendizaje, pero también puede tener consecuencias negativas para el desarrollo de habilidades humanas clave**



ahora la IA puede encargarse de tareas como escribir ensayos o resolver problemas de gran dificultad.

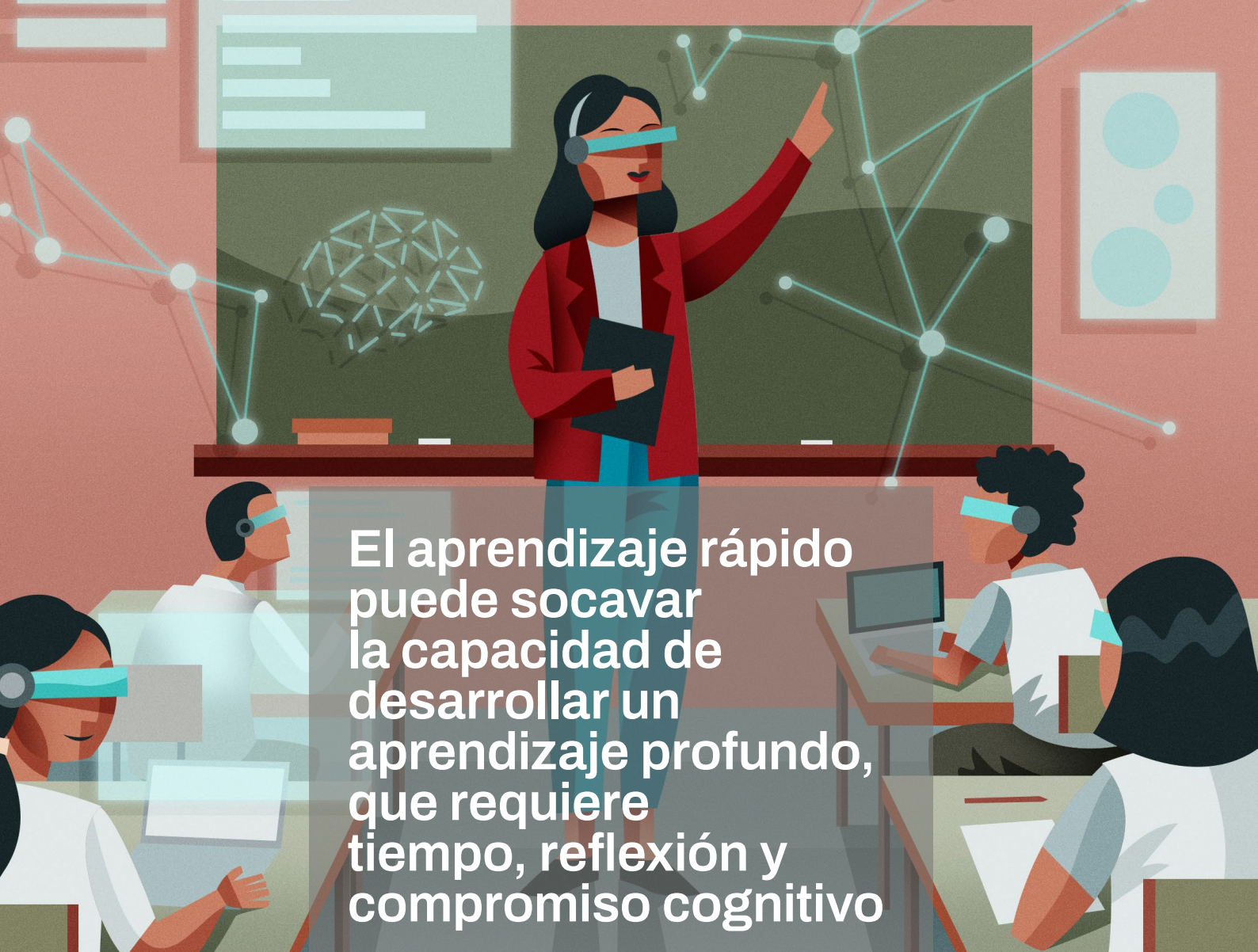
Si bien estas herramientas pueden ser útiles, existe el riesgo de que se pierda la capacidad de desarrollar habilidades fundamentales por cuenta propia. En lugar de aprender cómo pensar críticamente, se podrían llegar a confiar en que la IA lo haga. Este es un desafío pedagógico que la comunidad docente debe abordar de manera proactiva.

En este sentido, Santiago Bilinkis (2023) acuñó el término *sedentarismo intelectual* en una conferencia TEDx para describir cómo el uso excesivo de la tecnología y, en particular, de la IA, puede erosionar nuestras capacidades cognitivas. Al igual que el sedentarismo físico afecta la salud corporal, el sedentarismo intelectual se refiere a la disminución de nuestra capacidad de concentración, lógica, análisis crítico y resolución de problemas.

Bilinkis señala que, a medida que las tecnologías digitales toman el control de más aspectos de nuestras vidas, nos volvemos menos inclinados a hacer el esfuerzo mental necesario para resolver problemas o pensar de manera creativa. Esto es especialmente preocupante en el ámbito educativo, donde el desarrollo de estas habilidades es crucial.

Para contrarrestar este fenómeno, es importante diseñar experiencias de aprendizaje que





## El aprendizaje rápido puede socavar la capacidad de desarrollar un aprendizaje profundo, que requiere tiempo, reflexión y compromiso cognitivo

promuevan el pensamiento crítico y el razonamiento independiente. El profesorado puede utilizar la IA para ilustrar las limitaciones de la tecnología, mostrando cómo, aunque es excelente en tareas como la realización de cálculos simples o la búsqueda de definiciones, presenta dificultades para realizar labores que requieren de un razonamiento profundo o creatividad.

El uso de IA en el aula también ha cambiado la manera en que el conjunto de estudiantes aprende. Mientras que el aprendizaje tradicional se centraba en la memorización y el análisis crítico, las herramientas de IA permiten un acceso instantáneo a información vasta y, a menudo, compleja. Esto podría llevarnos

a argumentar que el proceso de aprendizaje en sí está evolucionando para centrarse menos en el almacenamiento de información y más en la capacidad de gestionar y aplicar el conocimiento.

Sin embargo, esta evolución tiene sus desafíos. La velocidad y la inmediatez que la IA proporciona puede promover un enfoque superficial del aprendizaje, donde los estudiantes consumen información rápidamente sin procesarla o reflexionar sobre ella. Este enfoque, a menudo descrito como *aprendizaje rápido*, puede socavar la capacidad del alumnado para desarrollar un aprendizaje más profundo, que requiere tiempo, reflexión y compromiso cognitivo.



Con la creciente integración de la IA en la educación, surgen preocupaciones sobre los problemas éticos y sociales asociados, especialmente en lo que se refiere a los sesgos algorítmicos y la ética de los datos.

Uno de los principales desafíos es que la IA hereda los sesgos presentes en los datos con los que se entrena. Los algoritmos toman decisiones basadas en patrones ofrecidos por dichos datos, que pueden estar sesgados por raza, género o estatus socioeconómico. Esto puede llevar a que la IA refuerce estereotipos o perpetúe desigualdades, como sucede cuando algunos sistemas de reconocimiento asocian a la comunidad científica solo con hombres y blancos, excluyendo a otros grupos.

En la educación, este fenómeno puede traducirse en que las y los estudiantes lleven a cabo evaluaciones sesgadas.

Asimismo, un problema preocupante es la retroalimentación de sesgos, donde no solo la IA hereda sesgos humanos, sino que las personas comienzan a adoptar los sesgos generados por la IA. Si un algoritmo asocia ciertos grupos con ciertos roles, los humanos podrían normalizar esas asociaciones. Esto puede amplificar desigualdades, afectando negativa-

mente al alumnado al exponerlo a sesgos desde edades tempranas.

Por otro lado, la IA depende de grandes cantidades de datos, lo que plantea preguntas sobre la privacidad y seguridad de los y las estudiantes. ¿Cómo se usan estos datos? ¿Quién tiene acceso a ellos? En la educación, donde los datos son sensibles, es esencial que las instituciones establezcan políticas claras para protegerlos.

La integración de la IA en la educación ha traído consigo preocupaciones sobre la deshumanización del aprendizaje. El aprendizaje no es solo un proceso cognitivo, también es profundamente social y emocional. La capacidad del estudiantado para establecer conexiones significativas con sus compañeras y compañeros, así como con los equipos docentes es fundamental para su desarrollo personal y académico. La IA, en su enfoque hacia la eficiencia y la personalización, a menudo ignora la importancia de estas relaciones. Es vital reflexionar sobre cómo esto afecta a las interacciones humanas y a la experiencia educativa en general.

El aprendizaje colaborativo, que se basa en la interacción y el diálogo entre estudiantes, es esencial para el desarrollo de habilidades interpersonales y para el fomento de un ambiente de apoyo. Cuando la IA asume funciones que requieren interacción humana, como el trabajo en equipo y la discusión crítica, se corre el riesgo de que el alumnado no desarrolle las habili-

**Uno de los principales desafíos es que la IA hereda los sesgos presentes en los datos con los que se entrena. Los algoritmos toman decisiones basadas en patrones ofrecidos por dichos datos, que pueden estar sesgados por raza, género o estatus socioeconómico**





**Una IA feminista enfatiza la importancia de diseñar tecnologías que prioricen la justicia social y la equidad. Esto implica desarrollar sistemas que no solo sean eficientes, sino que también sean inclusivos y sensibles a las necesidades de diversos grupos de estudiantes**

dades sociales necesarias para navegar en un mundo cada vez más interconectado.

La educación debe ir más allá de la mera transmisión de conocimientos; debe abordar también las emociones y las relaciones que forman parte del proceso de aprendizaje. Los educadores y educadoras representan un papel crucial en este aspecto, ya que pueden ofrecer apoyo emocional, motivación y orientación. La IA, aunque puede ser útil en algunos aspectos, carece por ahora de la capacidad para comprender y responder a las complejidades de las emociones humanas.

Para asegurar que la IA no deshumanice el aprendizaje, es esencial que las y los educadores utilicen estas herramientas de manera crítica y reflexiva, integrando la tecnología de forma que complemente, en lugar de que reemplace, las interacciones humanas. Al hacerlo, se puede crear un ambiente de aprendizaje más inclusivo y enriquecedor que valore tanto la tecnología como las conexiones interpersonales.

A medida que exploramos el impacto de la IA en la educación, es fundamental considerar cómo podemos guiar su desarrollo y aplicación hacia un enfoque más justo y equitativo. La propuesta de una IA feminista puede servir como un marco útil para abordar las desigualdades y promover la justicia social en la educación.

Una IA feminista enfatiza la importancia de diseñar tecnologías que prioricen la justicia social y la equidad. Esto implica desarrollar sistemas de IA que no solo sean eficientes, sino que también sean inclusivos y sensibles a las necesidades de diversos grupos de estudiantes. Al aplicar una perspectiva feminista, podemos cuestionar las estructuras de poder y los

sesgos que a menudo se reflejan en las herramientas tecnológicas.

El enfoque feminista también requiere que el personal dedicado a la educación y los diseñadores y diseñadoras de tecnología se enfrenten a preguntas críticas sobre quién se beneficia de la IA y quién se ve perjudicado. Al integrar estas consideraciones en el desarrollo de las herramientas tecnológicas, podemos trabajar hacia una educación más equitativa que beneficie a cada estudiante, independientemente de su origen o género.

La integración de la IA en la educación también plantea cuestiones sobre la responsabilidad y la sostenibilidad. ¿Quién es responsable cuando la IA toma decisiones erróneas que afectan al alumnado? ¿Cómo aseguramos que las tecnologías utilizadas en el aula sean sostenibles desde el punto de vista medioambiental y social?

Es esencial que las instituciones educativas desarrollen políticas claras sobre la responsabilidad en el uso de la IA. Esto incluye la capacitación de la comunidad educativa para que puedan evaluar críticamente las herramientas

de IA que utilizan y el establecimiento de estándares éticos para su implementación.

Además, la sostenibilidad debe ser un principio central en el diseño de tecnologías educativas. Esto implica no solo considerar el impacto ambiental de la IA, sino también cómo estas tecnologías afectan a las comunidades y al bienestar del alumnado.

A medida que la IA evoluciona, su papel en la educación seguirá creciendo. Es crucial considerar tanto las oportunidades como los desafíos que esta tecnología presenta. Por un lado, la IA tiene el potencial de transformar la educación al ofrecer experiencias de aprendizaje personalizadas y accesibles para todos. Su capacidad para analizar datos en tiempo real y adaptarse a las necesidades individuales puede impactar significativamente la enseñanza. Por otro lado, surgen críticas sobre la dependencia tecnológica, los sesgos algorítmicos y la deshumanización del aprendizaje, preocupaciones clave en un contexto donde la equidad es esencial.

La cuestión es: ¿qué debemos enseñar y aprender en una sociedad dominada por la IA? A medida que se integra en nuestras vidas, es crucial que las y los estudiantes desarrollen ha-

bilidades para interactuar con esta tecnología de manera crítica. Esto implica no solo aprender sobre su funcionamiento, sino también sobre sus implicaciones éticas y sociales.


Además, es vital fomentar habilidades humanas difíciles de replicar, como la creatividad, el pensamiento crítico y la empatía para formar a una ciudadanía responsable en un mundo dominado por la tecnología.

A medida que avanzamos hacia un futuro donde la IA será una parte integral de nuestras vidas, es esencial que enfoquemos su uso en la educación de manera crítica y reflexiva. Comunidad educativa, instituciones y responsables de la política educativa deben trabajar en conjunto para desarrollar marcos éticos y pedagógicos que guíen la integración de la IA en el aula.

Al hacerlo, podemos asegurarnos de que la IA no solo sea una herramienta para mejorar la eficiencia, sino también un medio para promover la equidad, la justicia social y el desarrollo humano integral. El futuro de la educación en la era de la IA depende de nuestra capacidad para equilibrar los beneficios de la tecnología con la necesidad de preservar lo que hace que la educación sea profundamente humana.

## Bibliografía

- Avraamidou, L. (2024). Can we disrupt the momentum of the AI colonization of science education? *Journal of Research in Science Teaching*. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/tea.21961>.
- Bilinkis, S. (2023). Inteligencia artificial: el riesgo del sedentarismo cognitivo [vídeo de Youtube]. *TEDxRiodelaPlata*. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=jjj0ycFJQW0>.
- Fernández Álvarez, L. (2023). Inteligencia artificial en el aula [vídeo de Youtube]. *Webinar Aciertas*. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=kFq\\_D3xDd\\_U](https://www.youtube.com/watch?v=kFq_D3xDd_U).
- López Simó, V. (2024). [Portfolio personal]. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <https://portalrecerca.uab.cat/en/persons/v%-C3%A3ctor-l%C3%A3pez-sim%C3%A3>.



# Técnicas y tecnologías útiles en el aprendizaje. De las máquinas de Skinner a la inteligencia artificial

Antoni Hernández-Fernández

*Instituto de Ciencias de la Educación. Universitat Politècnica de Catalunya*

**L**a tecnología en la educación debe ser un medio, no un fin en sí mismo. Con la excepción de las materias tecnológicas, en las que la propia tecnología es objeto de estudio, en las asignaturas que se imparten la tecnología debería ayudar tanto al docente en la enseñanza como al alumno en su aprendizaje.

La resignificación del rol docente en la era de la inteligencia artificial (IA) plantea un reto formativo al profesorado que se puede enfocar desde tres modelos o perspectivas (Prats *et al.*, 2024):

**Modelo cultural crítico-reflexivo.** Basado en la formación de docentes con una amplia cultura local, pero con capacidad crítica para analizar y decodificar los cambios sociotecnológicos globales mediante una enseñanza reflexiva, ética y comprometida con los valores culturales de sus comunidades.

**Modelo de pensamiento computacional.** Especializa al profesorado en habilidades tecnológicas y en competencias digitales relacionadas con las didácticas específicas de su materia, con estándares

y herramientas avanzadas para enseñar en su contexto.

**Modelo científico-empirista.** Prepara a los docentes con un enfoque en prácticas basadas en la evidencia científica, fomentando una mentalidad investigadora y de actualización constante para mejorar la enseñanza mediante la IA u otras tecnologías.

Del modelo crítico-reflexivo cabe reseñar la necesidad imperante de que las culturas y las lenguas minorizadas, en los estados iberoamericanos y en el resto del mundo, no queden al margen de las tecnologías digitales. Respecto al modelo de pensamiento computacional, los especialistas en cada una de las asignaturas que se imparten en los centros educativos deberían actualizarse en aquellas herramientas que impactan directamente en su aula, como podría ser el caso de los solucionadores de problemas con grandes modelos de lenguaje<sup>1</sup> en matemáticas (como ChatGPT o también de código abierto, como HuggingChat), los basados en el

1 Traducción del inglés a partir de *large language model*.

**Se debería promover un uso ético de la IA, aquel que también emplea herramientas que incluyen algoritmos entrenados con datos de dominio público o con el consentimiento de sus creadores, de código abierto y públicos**



reconocimiento automático de imagen (como, por ejemplo, Photomath) o en el análisis fonético o morfosintáctico mediante algoritmos, en las materias de lengua.

Sin menoscabo de estos dos enfoques, tratados en el marco de referencia de la Unesco (Miao, F. & Cukurova, M., 2024)<sup>2</sup>, en lo que sigue nos centraremos en el modelo científico-empirista. Se tratará, pues, de conectar las técnicas de aprendizaje que se han mostrado eficaces a la luz de la evidencia con el potencial de la IA. En todo caso, desde la educación, se debería promover un uso ético de la IA, entendido como aquel que también emplea herramientas que incluyen algoritmos entrenados con datos de dominio público o con el consentimiento de sus creadores, y, a ser posible, de código abierto y públicos, que eviten los oligopolios de las empresas tecnológicas y promuevan la accesibilidad universal.

Y no olvidemos el dicho «que haya ascensor no elimina las escaleras». Porque una nueva tecnología no necesariamente implica suprimir las anteriores. Como se verá, preguntarse por el papel de la tecnología en el aprendizaje presu-

pone definir bien ambos conceptos. También se expondrá, al ser la tecnología un intermediario inevitable en los procesos de enseñanza-aprendizaje, que su utilidad en la educación está supeitada a aquellas prácticas docentes que se han demostrado eficaces. La inteligencia artificial no es una excepción. Vayamos a ello.

## El aprendizaje

El aprendizaje implica el almacenamiento de información en la memoria a largo plazo, desde donde puede recuperarse y utilizarse más tarde (Ruiz, H., 2020). Así, según los modelos establecidos, la nueva información llega a través de los sentidos, se mantiene durante una fracción de segundo en un registro sensorial y, con posterioridad, o bien se transmite a la memoria de trabajo, o bien se ignora y se pierde (Squire, L., 2009; Squire, L. *et al.*, 2015). Una vez en la memoria de trabajo, la información se procesa y, luego, o se almacena en la memoria a largo plazo o, de nuevo, deja de ser accesible y se pierde, considerando que los diferentes sistemas de memoria del cerebro operan en paralelo (Squire, 2004).

Pero no basta con captar la información para que se produzca el aprendizaje: lo que realmente importa es cómo procesamos esta información, por lo que la enseñanza no puede limitarse solo a presentar el contenido a los estudiantes, sino que debe incentivar

<sup>2</sup> Se recomienda revisar: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104>. En relación con este documento, se añade un resumen y contextualización del mismo en: <https://educationalevidence.com/inteligencia-artificial-para-docentes-segun-la-unesco>.





**Cuanto más relevante sea la nueva información para el alumnado, más probabilidades tendrá de ser aprendida. ¿Cuándo es útil y ayuda a aprender la tecnología? En general, cuando se alinea con técnicas de aprendizaje efectivas**

que estos realicen actividades que les ayuden a reflexionar y dar sentido a lo que deben aprender (Ruiz, H., 2023). Una vez almacenada, la práctica reiterada y la recuperación frecuente de esta información refuerzan las conexiones neuronales, lo que mejora la retención y el recuerdo a largo plazo (Sousa, D., 2022). El aprendizaje ocurre en el cerebro del alumnado. Evaluar si un aprendizaje se ha dado o no, exige de la evocación y no siempre es fácil. Las tecnologías facilitan la evocación. Ya sea mediante la escritura o con un computador. Y la pueden permitir en estudiantes con dificultades sensoriales o cognitivas severas, ayudando a la atención en la diversidad del aula.

Las probabilidades de que una nueva información sensorial se consolide en la memoria a largo plazo varían considerablemente en función del estímulo. Según la investigación sobre los mecanismos de la memoria, las entradas que tienen más probabilidad de ser codificadas, consolidadas y almacenadas de manera duradera son las que están asociadas a estímulos relacionados con la supervivencia o el bienestar personal. Las emociones regulan el aprendizaje y la memoria (Ruiz, H., 2020). A continuación, en orden descendente de probabilidad, se aprende con mayor facilidad todo aquello que implique asociaciones emocionales significativas, seguido de lo que posee un significado relevante para los intereses, objetivos, conocimientos y experiencias previas del sujeto, y, finalmente, la información que tenga un alto grado de comprensibilidad (Felder, R. & Brent, R., 2016). Las tecnologías intermedias pueden asociarse a estas emociones significativas.

Por tanto, si los y las docentes presentan información que no se relaciona con los conocimientos o intereses del estudiantado y que carece de sentido o lógica para él, es menos probable que esta información llegue a la memoria a largo plazo. A menos que asocien la necesidad de mantener esa información por motivos emocionales o basados en experiencias pasadas no necesariamente positivas (pensemos en el aprendizaje basado en el miedo, habitual en tiempos pretéritos con el dicho castellano funesto de «la letra con sangre entra»). Cuanto más relevante, sin importar el motivo, y comprensible sea la nueva información para el alumnado, más probabilidades tendrá de ser consolidada de manera estable en la memoria a largo plazo y, en consecuencia, aprendida.

En definitiva, la enseñanza implica ayudar a aprender, proporcionando las experiencias que los y las estudiantes requieren para lograr que la información llegue a su memoria y, de ese modo, establecer las condiciones adecuadas para que se comprometan con esas experiencias (Ruiz, H., 2023). Pero ¿qué papel tiene la tecnología en todo esto? ¿Cuándo es útil y ayuda a aprender? En general, cuando se alinea con técnicas de aprendizaje efectivas. ¿Puede existir un proceso, una experiencia de aprendizaje, sin tecnología?

## La ubicuidad de la tecnología en el aprendizaje

La técnica nos acompaña desde nuestros orígenes ancestrales. Y también desde los inicios de la enseñanza, que quizá, podríamos imaginar, se empezó a mediar con objetos cuando algún homínido usó un palo en lugar de su mano para garabatear algo en la arena. Luego apareció la escritura como vehículo técnico de nuestro pensamiento simbólico, cuando la oralidad y las lenguas de signos dejaron de ser la única forma de transmisión cultural intergeneracional (Hernández, A., 2024). Desde que poseemos escritura, aunque se suele olvidar que esta es una técnica, en nuestro cerebro se establecen conexiones y subsistemas neuronales especializados que nos influyen en la interacción con el mundo, que ya no es la misma que la que poseíamos cuando éramos ágrafos (Ong, W., 1993). Hay un debate vehemente sobre el impacto de las tecnologías digitales en el aprendizaje y en los sistemas neuronales de la infancia (Gottschalk, F., 2019) y la adoles-

cencia (Choudhury, S. & McKinney, K., 2013), así como en su comportamiento (Hoehe, M. & Thibaut, F., 2020), que suele olvidar que toda tecnología usada con frecuencia ha configurado siempre nuestra realidad. Interna y externa.

Y no es que no debamos preocuparnos sobre el efecto de las tecnologías digitales en las personas (no solo en los menores), especialmente en lo que respecta a la salud o las adicciones vinculadas a su uso, pero cabe recordar que hay tecnologías que hemos asumido que son *buenas* para el ser humano, y otras que no, tras acompañarnos durante milenios, integrarse y configurar las sociedades. No solo la educación. Por eso asumimos como incuestionable que la escritura es útil en la educación, porque, de hecho, la configura tal y como la conocemos. La oralidad es fundamental, pero consideramos que se debe complementar con la lectoescritura en el sistema educativo. El vértigo y la velocidad de los cambios tecnológicos de los últimos años, sin duda nos influye. Y, por momentos, nos asusta. Son tecnologías a las que aún no estamos acostumbrados.

Se antoja difícil, por tanto, imaginar en la actualidad una educación liberada de todo artefacto o técnica, reducida a la transmisión oral o gestual. Mario Bunge definió la tecnología como el campo de conocimiento que se ocupa del diseño de artefactos, así como de planear su realización y mantenimiento a la luz de la ciencia, desarrollando una concepción sistémica de la tecnología vinculada a la sociedad (Bunge, M., 1985). También, en su célebre conferencia de Haifa, en diciembre de 1974, de la que justo se cumplen 50 años, acuñó el término *tecnoética* para referirse al campo de estudio que explora

**Hay un debate vehemente sobre el impacto de las tecnologías digitales en el aprendizaje y en los sistemas neuronales de la infancia y la adolescencia, así como en su comportamiento, que suele olvidar que toda tecnología usada con frecuencia ha configurado siempre nuestra realidad interna**





**Mario Bunge acuñó el término *tecnóética* para referirse al campo de estudio que explora las implicaciones éticas y sociales de la tecnología, centrándose en cómo su desarrollo, uso y difusión impactan a los individuos y a la sociedad**

las implicaciones éticas y sociales de la tecnología, centrándose en cómo su desarrollo, uso y difusión impactan a los individuos y a la sociedad (Bunge, M., 2019).

Bunge alertó entonces del subdesarrollo de la disciplina, así como de la filosofía de la tecnología en general. Medio siglo después, sorprendentemente, la tecnóética sigue estando todavía en sus comienzos (Diéguez, A., 2024). No obstante, dada la ubicuidad de la tecnología en la educación, este hecho más que una excusa debería ser un reto para incluir la tecnóética en la educación tecnológica reglada, incluida la especificidad de la IA.

### **De las máquinas de enseñar de Skinner a la inteligencia artificial**

Previamente, B.F. Skinner en *Tecnología de la enseñanza* (Skinner, B.F., 1970) reflexionó sobre el papel de la tecnología en este proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque buena parte de sus enfoques han sido superados por la ciencia cognitiva actual, vale la pena recuperar algunas de sus reflexiones, aún válidas, sobre la tecnología en la educación. Sus teorías conductistas de refuerzo y condicionamiento le influyeron en el desarrollo de herramientas educativas que buscaban, en aquella época, establecer entornos de aprendizaje de laboratorio controlados y más efectivos.

Para empezar, Skinner consideró que había algunos malentendidos sobre el papel de la tecnología en la educación, que podríamos resumir en los dos siguientes (Skinner, B.F, 1970):

- a) Suponer que las máquinas son meros artefactos que mecanizan funciones que anteriormente realizaban los maestros, como la corrección de pruebas o la presentación de materiales en clase, de manera que, imitando las tareas que hacen los docentes, podrían sustituirlos. Skinner recuerda que mantener a un estudiante atento a un material no es enseñar, es «un modo de inducir al estudiante a aprender sin ser enseñado».
- b) La enseñanza programada, con ayuda de máquinas, se ha calificado de socrática en el sentido de que, como Sócrates en el diálogo platónico del *Menón*, se supone que la máquina va conduciendo al discípulo al aprendizaje siguiendo preguntas guadoras. En el *Menón*, Sócrates concluye que él no le ha dicho nada a su discípulo que no supiera ya previamente. Skinner, al respecto, recuerda que «este es uno de los grandes fraudes que se han cometido en la educación», pues, refiriéndose al diálogo socrático, «...el chico no aprendió nada en absoluto: habría sido incapaz de repetir después por sí solo la prueba, como más adelante lo llega a decir el propio Sócrates en el mismo diálogo».

Nos encontramos ante dos malentendidos que continúan vigentes. ¿Cuántas veces no hemos oído, por ejemplo, que la inteligencia artificial (IA) sustituirá a los docentes, total o parcialmente (Chan, C.K.Y. & Tsi, L.H., 2024), o que es un excelente compañero para establecer con ella un «diálogo socrático» (Sabzalieva, E. & Valentini, A., 2023)? Más recientemente, Gregorio Luri apuntaba que ese pasaje platónico del *Menón*, argumento habitual en las tesis constructivistas, en realidad lo que recalaba era la necesidad de los conocimientos previos y de la enseñanza explícita (Luri, G., 2024). El aprendizaje se fundamenta en la conexión de los conocimientos nuevos con los que ya se poseen.

Posteriormente, Skinner (1970) añade que un buen programa educativo, mediado o no por la tecnología, lleva al estudiante paso a paso, haciendo que el docente tome cada paso oportunamente, conforme a la capacidad del alumno, y una vez haya superado en su proceso de aprendizaje los pasos precedentes, en una alusión indirecta a los andamiajes de aprendizaje

**Para Skinner, enseñar es disponer las condiciones o contingencias de reforzamiento que permiten a los alumnos aprender. Si bien estos podrían aprender de forma natural, en el aula se pueden establecer las condiciones para acelerar el aprendizaje que, de otro modo, se produciría mucho más lentamente**



vigotskyanos. Para Skinner, enseñar es disponer las condiciones o contingencias de reforzamiento que permiten a los alumnos aprender, de manera que, si bien los estos podrían aprender de forma natural, en el entorno del aula se pueden establecer las condiciones para acelerar este aprendizaje que, de otro modo, se produciría mucho más lentamente o, directamente, nunca se daría (Skinner, B.F., 1970).

Y la tecnología configura parte de esas condiciones, de ese contexto. Las máquinas de enseñar no eliminarán a los docentes, augura Skinner, que entiende estas máquinas como los instrumentos técnicos que sirven para disponer las contingencias de reforzamiento. Y nos avisaba (Skinner, B.F., 1970):

*Sin duda, una tecnología de la enseñanza podría emplearse imprudentemente. Podría destruir la iniciativa y la creatividad. Podría hacer a todos los hombres iguales (y no precisamente en excelencia); podría suprimir la influencia benéfica de las oportunidades en el desarrollo del individuo y en la evolución de una cultura... Por otro lado, podría aumentar al máximo el rendimiento de la dotación natural de cada estudiante; podría hacerle lo más hábil, competente e informado posible; podría originar la gama más amplia de intereses; podría inducir al individuo a contribuir tan bien como le fuera dado a la supervivencia y al desarrollo de su cultura... Cuál de estos dos futuros se haga realidad para nosotros no lo determinará la mera validez de la enseñanza eficiente. El uso al que se aplique una técnica de la instrucción depende de otras cuestiones.*



**Son tecnologías que permiten crear experiencias de aprendizaje y que ofrecen un *feedback* inmediato, favorecen el aprendizaje activo y motivan al alumnado a participar de manera más intensa, pero requieren de un acompañamiento**

Aunque Skinner (1970) oscila en su obra en la ambigüedad entre las concepciones de la tecnología tanto referida a los artefactos, a las máquinas de las cuales muestra algunos ejemplos, como a las técnicas (metodologías) educativas, experimentales o teóricas. Skinner tiene claro que la tecnología de la enseñanza puede conducir a una mejora individual, social y cultural, o a la destrucción de las culturas. La dicotomía skinneriana planteada en la cita anterior se convierte en una realidad que, lejos de abundar en el falso mito de la neutralidad de la tecnología (Diéguez, A., 2024), nos lleva a reflexionar sobre ello, así como a pensar en los intereses económicos y de ingeniería social que hay detrás de la introducción, a menudo imprudente, de tecnologías (en los dos sentidos de la ambigüedad skinneriana, como artefactos y metodologías) que en muchos casos no tienen evidencia empírica.

Actualmente, las plataformas educativas se han convertido en auténticas herramientas de control, recogida de datos y automatización de tareas rutinarias, tanto del alumnado como del profesorado (Hernández, A., 2024). Sin embargo, los estudios que contrastan las mejoras en el aprendizaje con inteligencia artificial están en sus inicios (Sabzalieva, E. & Valentini, A., 2023), aunque ya hay sistemas educativos que apuestan con firmeza por automatizaciones de tareas, tales como las correcciones automáticas, y que afirman poder llegar a plantear estrategias como las analíticas de aprendizaje o, en inglés, *learning analytics* (Santos *et al.*, 2024), que conducirían a la personalización del aprendizaje.

El sueño skinneriano se completa con otros sistemas de gestión del aprendizaje y

aplicaciones interactivas, condensados en los dispositivos móviles de los alumnos, y que ya integran *software* basado en IA generativa. Son dispositivos que se han prohibido en las escuelas de primaria y secundaria de algunos lugares del mundo, como es el caso de Cataluña. Pero están omnipresentes en la vida de muchos estudiantes una vez salen del centro escolar. Son tecnologías con las que es posible crear experiencias de aprendizaje que ofrezcan un *feedback* inmediato y personalizado, favoreciendo el aprendizaje activo y motivando al alumnado a participar de manera más intensa, pero que requieren de un acompañamiento y de una educación tecnológica para lograr que la dicotomía skinneriana se incline hacia la mejora de la educación de la persona, de las sociedades y las culturas, y no a su destrucción.

Una de las dificultades para analizar la contribución efectiva de la tecnología al aprendizaje, como son las herramientas de IA disponibles, radica en que muchas plataformas, sistemas educativos y programas de aprendizaje no están diseñados pensando en los modelos educativos ni en sus objetivos pedagógicos. Tampoco en aquellas prácticas que se han demostrado eficientes. Los docentes pueden acudir al portal [www.aifindy.com](http://www.aifindy.com) y encontrarán cincuenta y tres categorías de aplicacio-



nes de IA, que van de las redes sociales, la generación de textos, imagen, o música, a los convertidores de texto a voz, la programación o los buscadores, entre muchas otras. Seguro que habrá alguna que se adapte a lo que necesita, aunque tal vez sea de pago.

Por otra parte, la IA generativa se ha integrado ya de forma natural en muchos programas de código abierto, hacia los que deberíamos tender en especial en la educación pública, y en las plataformas educativas. De manera que, por ejemplo, la actualización de Moodle 4.5 de 2024 ya incorpora un subsistema de IA con generadores de texto, imagen y creadores de resúmenes<sup>3</sup>. Muchos centros educativos tienen plataformas que usan Moodle, por lo que pronto serán herramientas implantadas.

De acuerdo, tenemos una miríada de herramientas al gusto del consumidor, pero ¿cuáles serán realmente útiles y eficaces para mejorar el aprendizaje, más allá de que puedan motivar a los alumnos o a los docentes por su novedad?

## Inteligencia artificial, técnicas de aprendizaje y herramientas tecnológicas

Una vez definido qué es el aprendizaje y vista la ubicuidad de la tecnología en el proceso educativo, vayamos a cómo la IA puede promover que los alumnos aprendan. En todo caso se trata de propuestas que deberían ponerse en

práctica experimentalmente y, por ende, evaluar empíricamente por parte de los docentes en sus niveles educativos.

Así, para empezar, Dunlosky y colaboradores analizaron en su día diez técnicas de aprendizaje para ayudar a los estudiantes a mejorar su autorregulación (Dunlosky, J. *et al.*, 2013). Se evaluaron técnicas clásicas, tan conocidas como la autoexplicación, el subrayado o la práctica distribuida, entre otras, en distintos contextos.

Pero ¿qué tienen que ver esas *viejas* técnicas de aprendizaje con la IA? Mucho. Aunque el impacto de cada técnica de aprendizaje fue diverso, todas ellas se demostraron útiles, por lo que, como hipótesis a contrastar, si la IA puede ayudar en la aplicación de cada una, no deberíamos ir mal encaminados (**Tabla 1**). Partimos con una ventaja que no se puede desdeñar: aunque la propuesta de Dunlosky y colaboradores date de 2013, estudios posteriores han ido corroborando la utilidad de aquellas técnicas (véase Donoghue, G.M. & Hattie, J.A., 2021, o Pan S.C. *et al.*, 2024, para metaanálisis y revisiones más recientes).

En la **Tabla 1** se han resumido estas técnicas de aprendizaje y añadido el rol de la IA en cada caso, así como ejemplos de instrucciones (o *prompts*) que se podrían dar a un gran modelo de lenguaje (*large language model* o LLM por sus siglas en inglés), en cada caso. Lo fundamental no es que la IA haga el trabajo del estudiante, ya que en ese caso las técnicas perderían su utilidad contrastada (véase Dunlosky,

3 Véase el vídeo AI in Moodle 4.5 en <https://www.youtube.com/watch?v=pfpK7SJTPks>.

J. *et al.*, 2013, y las referencias allí reseñadas). Se debe partir de las tareas previas de las y los estudiantes, por ejemplo, de un resumen que estos hayan intentado primero, para que luego la IA lo revise y mejore, si es necesario, complementándolo con otros materiales didácticos útiles para el estudio. Y si la IA hace un nuevo resumen, el alumnado lo puede comparar con el suyo, fomentando la reflexión. Si este no hace el esfuerzo de resumir, entonces simplemente tendrá un material que estudiar, pero no será una técnica de aprendizaje que se haya mostrado efectiva (Dunlosky, J. *et al.*, 2013).

Porque la IA generativa puede promover el aprendizaje si actúa como refuerzo de la tarea que previamente ha intentado ejecutar el alumno. Puede facilitar, pero no va a sustituir el esfuerzo de este. También puede ayudarle a resolver dudas puntuales, concretas. Además, como de hecho se puede equivocar, es crucial que tanto el alumnado, en primera instancia, como el personal docente revisen la solución que ha dado la IA generativa, en un rol humano de supervisión que debe promoverse desde el principio (Hernández, A., 2023; Sabzalieva, E. & Valentini, A., 2023).

**Tabla 1. Técnicas de aprendizaje según Dunlosky *et al.* (2013)**

Técnica de aprendizaje*	Descripción	Rol de IA en la técnica de aprendizaje	Ejemplos de instrucciones útiles para la IA generativa
<b>Interrogación elaborativa</b>	Generar una explicación de por qué un hecho o concepto explícito es verdadero.	La IA genera explicaciones personalizadas y verifica conocimientos previos del alumno, adaptando las respuestas a su nivel de comprensión.	<i>Prompt:</i> «explica por qué [concepto] es verdadero de forma que sea fácil de entender para un estudiante de [nivel]».
<b>Autoexplicación</b>	Explicar cómo la nueva información se relaciona con la información conocida o explicar pasos en la resolución de problemas.	Las herramientas de IA permiten identificar conexiones y patrones entre la información nueva y el conocimiento existente, asistiendo al alumno en la resolución de problemas.	<i>Prompt:</i> «relaciona [nuevo concepto] con esto [conocimiento previo en el tema], que ya sé, y explícamelo paso a paso».

\* Se ha añadido el rol de la IA generativa en cada una de las técnicas y un ejemplo concreto de *prompt* útil para los docentes en cada caso, a introducir en una herramienta de IA generativa textual (como HuggingChat).

Tabla 1 (cont). Técnicas de aprendizaje según Dunlosky et al. (2013)

Técnica de aprendizaje*	Descripción	Rol de IA en la técnica de aprendizaje	Ejemplos de instrucciones útiles para la IA generativa
<b>Resumen</b>	Escribir resúmenes de textos que se deben aprender de memoria.	Las herramientas de IA ayudan a generar o revisar resúmenes, manteniendo los puntos clave y ofreciendo sugerencias para mejorarlo o para producir esquemas relacionados.	<i>Prompt:</i> «resume (o revisa) el siguiente texto en [número de palabras] resaltando los puntos clave y haciendo luego un esquema para estudiar».
<b>Subrayado o resaltado</b>	Marcar las partes potencialmente importantes del material que se debe aprender mientras se lee.	La IA puede detectar y sugerir secciones claves de un texto para resaltar, mejorando la eficiencia de estudio.	<i>Prompt:</i> «identifica las ideas principales y sugiere partes del texto para subrayar».
<b>Mnemotecnia de palabras clave</b>	Usar palabras clave e imágenes mentales para asociar materiales verbales.	La IA puede crear asociaciones mnemotécnicas visuales o verbales, ayudando en la retención de información a largo plazo.	<i>Prompt:</i> «genera una mnemotecnia visual o verbal para recordar [concepto]».
<b>Imágenes para el texto</b>	Intentar formar imágenes mentales de materiales textuales mientras se lee o escucha.	La IA puede ayudar a convertir textos en imágenes o gráficos relevantes para una mejor comprensión visual de los conceptos.	<i>Prompt:</i> «convierte la descripción de [concepto] en una representación visual o esquema».
<b>Relectura</b>	Volver a estudiar el material textual tras una lectura inicial.	La IA puede adaptar el material de relectura en función del progreso del estudiante, destacando áreas donde se requiere más revisión.	<i>Prompt:</i> «resume lo que ya se ha aprendido sobre [tema] y sugiere áreas que necesitan una segunda lectura».

\* Se ha añadido el rol de la IA generativa en cada una de las técnicas y un ejemplo concreto de *prompt* útil para los docentes en cada caso, a introducir en una herramienta de IA generativa textual (como HuggingChat).

**Tabla 1 (cont). Técnicas de aprendizaje según Dunlosky et al. (2013)**

Técnica de aprendizaje*	Descripción	Rol de IA en la técnica de aprendizaje	Ejemplos de instrucciones útiles para la IA generativa
<b>Pruebas de test</b>	Autoevaluación o realización de test de práctica sobre el material didáctico que se debe aprender	Las plataformas de IA pueden generar exámenes y cuestionarios personalizados para la autoevaluación continua del estudiante.	<i>Prompt:</i> «crea una prueba práctica sobre [tema] con preguntas de opción múltiple, siguiendo el modelo de examen [modelo]».
<b>Práctica distribuida</b>	Implementar un horario de práctica que distribuya las actividades de estudio en el tiempo.	Las herramientas de IA ayudan a crear y gestionar horarios de estudio espaciados, optimizando el rendimiento de aprendizaje.	<i>Prompt:</i> «genera un cronograma de práctica espaciada para repasar [tema/tabla de contenidos] a lo largo de [días/semanas]».
<b>Práctica intercalada</b>	Implementar un horario de práctica que mezcle distintos tipos de problemas o temas en una misma sesión de estudio.	La IA facilita la creación de actividades de estudio intercaladas y la detección de áreas que requieren más práctica específica.	<i>Prompt:</i> «organiza una sesión práctica que incluya problemas variados sobre [temas relacionados], siguiendo los modelos [modelo de pruebas]».

\* Se ha añadido el rol de la IA generativa en cada una de las técnicas y un ejemplo concreto de *prompt* útil para los docentes en cada caso, a introducir en una herramienta de IA generativa textual (como HuggingChat).

Recuperando a Skinner (1970), la integración de la tecnología en el diseño de tareas de aprendizaje efectivas reforzaría determinadas conductas. Así, la interrogación elaborativa y la autoexplicación ayudarían a reforzar el pensamiento crítico y a reflexionar sobre el propio aprendizaje; el resumen, el subrayado, la

asociación entre imágenes y texto o las reglas mnemotécnicas, harían lo propio con la identificación de información importante y crearían asociaciones y andamiajes cognitivos para recordar lo que se aprende; la relectura y las pruebas de test permitirían revisar, refrescar y determinar la información realmente aprendida,

y, por último, la práctica espaciada y distribuida reforzarían los hábitos conductuales relacionados con el estudio, el esfuerzo y la constancia.

Por otra parte, hay todo un conjunto abigarrado de herramientas tecnológicas usadas en la educación que van de las plataformas educativas a los programas de creación de presen-

taciones o de textos, pasando por las tecnologías de comunicación y las herramientas de simulación o de ludificación, que se verán impactadas por la IA en los años venideros, eso si no lo están ya. En la **Tabla 2** se listan algunas de ellas con el efecto potencial de la IA que se prevé.

**Tabla 2. Herramientas de tecnología educativa y el impacto de la inteligencia artificial en las mismas**

Herramienta de tecnología educativa	Descripción y ejemplos	Usos	Impacto de la IA
<b>Sistema global de gestión de cursos</b>	Recursos y plataformas en línea para realizar diversas funciones dentro de un curso (Moodle y otras plataformas educativas en línea).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listados de clase, guías de estudio, actividades, exámenes, repositorio de materiales del curso.</li> <li>Administrar tareas, cuestionarios y exámenes.</li> <li>Registrar y evaluar entregas, calcular promedios y calificaciones.</li> <li>Foros en línea.</li> </ul>	La IA automatiza la corrección de exámenes y actividades, ofrece recomendaciones de aprendizaje personalizadas (aprendizaje personalizado y adaptativo) e identifica patrones de aprendizaje para mejorar el rendimiento y el seguimiento (analíticas de aprendizaje).
<b>Software para presentaciones en clase</b>	Diapositivas, videos, capturas de pantalla y otros materiales audiovisuales (PowerPoint, Canva, Edpuzzle, Genially, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proporcionar y organizar el contenido de cada sesión.</li> <li>Integrar actividades interactivas en clase.</li> <li>Bibliotecas de recursos digitales.</li> </ul>	La IA genera presentaciones automáticas basadas en el contenido y el temario del curso, y sugiere nuevos elementos, mejoras o adaptaciones para diferentes niveles en el aula.

Fuente: revisada, modificada y ampliada de Felder y Brent (2016).



**Tabla 2 (cont). Herramientas de tecnología educativa y el impacto de la inteligencia artificial en las mismas**

Herramienta de tecnología educativa	Descripción y ejemplos	Usos	Impacto de la IA
<b>Sistemas de respuesta personal (<i>student response</i>)</b>	Los estudiantes responden a preguntas de opción múltiple y otras actividades mediante <i>smartphones</i> o computadoras (aplicaciones tipo Kahoot!, Socrative, Wooclap, Quizziz, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecer práctica espaciada de evocación y recuperación, evaluar la comprensión conceptual, dar retroalimentación, identificar malentendidos y errores comunes.</li> <li>• Actividades de refuerzo en el aula y gamificadas.</li> </ul>	La IA analiza las respuestas de los estudiantes en tiempo real, proporciona retroalimentación inmediata y adapta las preguntas al nivel del alumno para mejorar la comprensión (aprendizaje adaptativo).
<b>Simulaciones, laboratorios virtuales</b>	Los estudiantes interactúan con un modelo de un sistema o laboratorio y observa las respuestas (sistemas de realidad virtual o aumentada).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explorar sistemas que no se pueden estudiar directamente de forma segura o económica en talleres o laboratorios físicos (maquinaria, el cuerpo humano, lugares remotos, etc.).</li> <li>• Permitir una exploración más profunda de experimentos prácticos, evitando riesgos y costos.</li> </ul>	La IA puede mejorar las simulaciones con adaptaciones dinámicas en tiempo real basadas en el nivel y las interacciones del estudiante y sus necesidades de aprendizaje.
<b>Comunicación</b>	Correo electrónico, chats, foros de discusión, videoconferencias y sesiones en línea, redes sociales, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación entre profesorado y estudiantes, y entre los propios alumnos, sobre el contenido y la logística del curso.</li> <li>• Tutoría virtual, conferencias y proyectos en línea.</li> </ul>	La IA gestiona foros y chats, resumiendo cursos, enviando correos de bienvenida, respondiendo automáticamente a preguntas frecuentes y facilitando la interacción entre los estudiantes mediante moderación automática.

Fuente: revisada, modificada y ampliada de Felder y Brent (2016).

No podemos profundizar aquí, por motivos de espacio, el efecto de la IA en todas estas herramientas tecnológicas. Pero uno de los temas más explorados, y controvertidos, es el relacionado con las denominadas *analíticas de aprendizaje (learning analytics)* que pueden permitir la personalización del aprendizaje (Lang, C. *et al.*, 2017). Las analíticas de aprendizaje son procesos en los que se recopilan, analizan y utilizan datos sobre el comportamiento y el rendimiento del estudiantado en entornos de aprendizaje, por ejemplo, en plataformas en línea, con el fin de mejorar la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación. Implican necesariamente un buen diseño de las experiencias de aprendizaje para ser efectivas (Hernández, D. *et al.*, 2019).

Decía que es un tema controvertido precisamente por cómo, en ocasiones, se ha entrenado a los algoritmos que hay detrás. En muchos casos se han utilizado expedientes de estudiantes que ya finalizaron los estudios en cuestión, con bases legitimadoras fundamentadas en consentimientos estadísticos que, por ejem-

plo, las universidades piden a su alumnado que firme en los procesos de matrícula, pero en los que no se especifica el entrenamiento algorítmico. Se reproducen así, inevitablemente, los sesgos presentes en esas bases de datos. Hay modelos habituales que lo que hacen es *clusterizar* (es decir, agrupar) a las y los estudiantes en función de tipologías creadas según los datos previos de entrenamiento. Y según sus datos sociodemográficos de partida (género, edad, código postal del domicilio...), cuando un o una estudiante llega a un curso, se le asigna un clúster inicial y se puede establecer un itinerario formativo u otro, de forma adaptativa. Puede no parecer una mala opción, si se admite su legalidad (mediando los consentimientos informados necesarios), pero ¿y si según si el alumno es hombre o mujer, y vive en un determinado barrio, se le presupone un comportamiento futuro que no se corresponde con su realidad, para bien o para mal?

Se aduce que, un buen sistema adaptativo basado en IA debería contemplar la dinámica evolutiva del estudiante, es decir, medir su rendimiento en las tareas a lo largo del curso para así ir adecuando su progreso dentro de su zona de desarrollo próximo, en otras palabras, con un nivel adecuado que permita la conexión de la nueva información con los conocimientos previos del alumno o alumna, creando un adecuado andamiaje cognitivo (Ruiz, H., 2020). Pero en todo caso, el rol humano siempre debería estar presente. La máquina puede equivocarse en su predicción y desanimar, o desmotivar, al estudiante, empujándolo al abandono.

**Un buen sistema basado en IA debería contemplar la dinámica evolutiva del estudiante, es decir, medir su rendimiento en las tareas a lo largo del curso para así ir adecuando su progreso dentro de su zona de desarrollo próximo o con un nivel adecuado que permita un adecuado andamiaje cognitivo**





**Queda aún mucho que investigar en la tecnosemiótica educativa, en la comunicación tecnológicamente mediada en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El personal docente debe ser prudente**

¿Cómo recibirá un alumno o alumna un mensaje en una pantalla, *feedback* quizá resultado de un mal ejercicio? ¿Cómo redactar esos mensajes? No se pueden dejar a la aleatorización de un *chatbot*. Una mala comunicación con el o la estudiante podría hacer mella en sus emociones y echar al traste el esfuerzo didáctico, de diseño y aplicación de técnicas y tecnologías de aprendizaje supuestamente efectivas, al menos según evidencias experimentales anteriores. Por más que se quiera edulcorar, queda aún mucho que investigar en la tecnosemiótica educativa, en la comunicación tecnológicamente mediada en los procesos de enseñanza-aprendizaje. El personal docente, como el médico cuando una IA les asiste, debe rendir cuentas, ser prudente y mediar en la comunicación que se establece entre el alumnado y la máquina, pues es responsable último del uso de la IA en la educación.

### **El paradigma de la utilidad**

Si en el apartado anterior proponíamos cómo la IA generativa puede ayudar a aplicar técnicas de aprendizaje efectivas (**Tabla 1**) siguiendo una revisión concreta de algunas técnicas aceptadas (Dunlosky, J., *et al.*, 2013) y el impacto que la IA tiene o tendrá en las principales herramientas tecnológicas que se emplean en la educación (**Tabla 2**), se debe subrayar que la utilidad de ambas propuestas debe aún corroborarse empíricamente. Es decir, son necesarios experimentos, tanto técnicos como educativos, que contrasten la utilidad de la IA en las herramientas y aplicaciones esbozadas. Ca-

brían otras múltiples posibilidades, que aprovecho para lanzar aquí, simplemente revisando las investigaciones didácticas más sólidas (véanse los compendios de Kirschner y Hendrick, 2020; Kirschner, Hendrick y Heal, 2022) y estudiando si tiene sentido, en aras de una hipotética mejora educativa, integrar la IA en ellas.

Que la IA sea útil y mejor, o no, el aprendizaje, se puede observar y comprobar en la práctica cotidiana de nuestra aula (lo que ya le puede ir bien a un docente particular, sin quizá ambiciones en el mundo de la investigación, aquello del «a mí me funciona»), pero para tender hacia una educación basada en pruebas científicas, siguiendo el modelo científico-empírico al que me acogía al inicio (Prats, M.A. *et al.*, 2024) se debería realizar una experimentación adecuada (con grupos control, una muestra significativa en el nivel educativo de estudio, etc.) en cada una de las situaciones propuestas. Debe respetarse, como no podría ser de otra manera, la utilidad individual que encuentre el personal docente en el uso de las tecnologías en sus clases. Pero la ciencia educativa requiere de esfuerzos de investigación que exigen de la aproximación del ámbito académico a la realidad del aula, pues son los investigadores e investigadoras profesionales quienes poseen los conocimientos y el tiempo necesario para llevar a buen término experimentos de en-



## La inmediatez y velocidad de la innovación tecnológica suele conducir a que la legislación se salte el principio de prudencia

vergadura, que repercutan en las comunidades educativas y en los sistemas educativos (Perines, H., 2018). Si el Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación sostenía, en 2019, la falta de estudios sistemáticos sobre los impactos de las aplicaciones de IA en la educación (Unesco, 2019), cinco años después no se ha avanzado de forma significativa.

Me gustaría concluir con una sucinta reflexión final sobre el paradigma de la utilidad. Admitamos que, como apuntó Savater (1997) los planes de enseñanza tienden a «reforzar los conocimientos científicos o técnicos a los que se supone una utilidad práctica inmediata, es decir una directa aplicación laboral. La innovación permanente, lo recién descu-

bierto o lo que da paso a la tecnología del futuro, gozan del mayor prestigio, mientras que la rememoración del pasado o las grandes teorías especulativas suenan un tanto a pérdida de tiempo». La sociedad (y la educación) vive inmersa en el paradigma de la utilidad. Una utilidad ligada a la concepción fundamental del trabajo (y el capital) que no discuten ni Adam Smith ni Karl Marx en la que, curiosamente, el neoliberalismo y el marxismo coinciden.

Aunque en el caso de la tecnología sigue habiendo un cierto arrumbamiento curricular y de contenidos, en general, en los planes de estudios preuniversitarios, en una tendencia a formar más a consumidores que a usuarios expertos o programadores en el caso de las

tecnologías digitales (Hernández, A., 2022), la moda de la IA, como hace unos años la robótica, ha llevado a maquillajes curriculares, implementaciones superficiales y a concreciones, en general, de bajo calado con alguna excepción notable<sup>4</sup>. Pero incluso en los casos en los que hay propuestas, a primera vista, interesantes y convincentes, la inmediatez y velocidad de la innovación tecnológica suele conducir a los legisladores y legisladoras educativos a saltarse el principio de prudencia, por lo que, lo supuestamente útil, se impone antes de contrastar empíricamente su validez.

La complejidad del fenómeno educativo, más que una excusa para el abandono de la investigación educativa debería ser un acicate, un reto para la ciencia. La nueva ciencia educativa debería emerger de la conexión transdisciplinar entre la psicología del desarrollo, la inteligencia artificial, la neurociencia y, por supuesto, las prácticas educativas que se han contrastado empíricamente en el aula (Meltzoff, A., *et al.*, 2009)<sup>5</sup>. Y en ese reto, siguiendo con la coletilla final de la cita anterior de Savater, no debemos temer a recordar, por antiguas que sean, todas las formulaciones teóricas que se han demostrado sólidas.

Y, para concluir, no puedo olvidarme de Nuccio Ordine. En *La utilidad de lo inútil*, Ordine no solo defendió con vehemencia el estudio de las humanidades, incluso de sus partes denostadas como más inútiles, sino que recordó que en ese humanismo inútil también se incluía la ciencia, cuando citaba y analizaba a Poincaré: «la ciencia no estudia la naturaleza para buscar lo útil» (Ordine, N., 2013). Caro Nuccio, ahora ya tarde, pues no te tengo ya para debatir en el mundo, te diría que también hay mucha inutilidad útil que investigar en la tecnología, en sus artefactos y en sus métodos, que también forman parte inherente del humanismo y de nuestra humanidad. Y la inutilidad útil de la tecnología reina sobre todo en las máquinas basadas en la IA, que hubieran hecho las delicias de las tecnologías de la enseñanza de Skinner.

Pido por último a los docentes que no se arredren, que prueben y que experimenten con la IA, siguiendo estándares científicos y éticos, y que no teman alzar la voz si, al final del camino, obtienen alguna evidencia negativa y sus alumnos aprendían mejor sin ella en clase. Porque su esfuerzo será muy útil para todos, aunque los efectos de su práctica para los alumnos hayan sido nulos, inútiles en el aprendizaje.

4 Como es el caso de la comunidad de Galicia. Véase su propuesta curricular de materias específicas sobre inteligencia artificial y, por ejemplo, su guía para docentes en: <https://recursos.edu.xunta.gal/es/recurso/introduccion-la-ia-inteligencia-artificial-guia-del-profesorado-es>. En Cataluña, por otra parte, lo que se ha planteado es un recorrido de formación permanente y un portal de recursos que puede ser útil y que está disponible en catalán, inglés y español: <https://projectes.xtec.cat/ia>.


5 El propio Andrew Meltzoff, en una comunicación personal, reconoció que, en su célebre artículo de 2009 sobre *la nueva ciencia del aprendizaje*, en la actualidad cambiaría «*machine learning*» por «inteligencia artificial», por lo que así lo he indicado aquí (Meltzoff, A. *et al.*, 2009; Hernández, A., 2024).



## Bibliografía

- Bjork, R.A., Dunlosky, J. & Kornell, N. (2013). Self-regulated learning: Beliefs, techniques, and illusions. *Annual review of psychology*, 64 (1), (417-444). Disponible en: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-psych-113011-143823>.
- Bunge, M. (2013). *Pseudociencia e ideología*. Editorial Laetoli.
- Bunge, M. (2019). *Filosofía de la tecnología*. Societat Catalana de Tecnologia, filial de l'Institut d'Estudis Catalans Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).
- Chan, C.K.Y. & Tsi, L.H. (2024). Will generative AI replace teachers in higher education? A study of teacher and student perceptions. *Studies in Educational Evaluation*, 83, (101395). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0191491X24000749>.
- Choudhury, S. & McKinney, K.A. (2013). Digital media, the developing brain and the interpretive plasticity of neuroplasticity. *Transcultural psychiatry*, 50 (2), (192-215). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23599391>.
- Diéguez, A. (2024). *Pensar la tecnología*. Shackleton books.
- Donoghue, G.M. & Hattie, J. A. (2021). A meta-analysis of ten learning techniques. *Frontiers in Education*, 6, (581216). Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/educ.2021.581216/full>.
- Dunlosky, J., Rawson, K.A., Marsh, E.J., Nathan, M.J. & Willingham, D.T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14, (1), (4-58). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26173288>.
- Felder, R.M. & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Gottschalk, F. (2019). Impacts of technology use on children: Exploring literature on the brain, cognition and well-being. *OECD Education Working Papers*, 195. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/19939019>.
- Hernández-Fernández, A. (2022). La ignorancia tecnológica. En Navarra, A. & Rabadà, D., *La educación cancelada* (pp. 59-81). Palma de Mallorca: Sloper. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/372880>.
- Hernández-Fernández, A. (2023). ¿Didáctica con ChatGPT? Una propuesta ética y pedagógica. En: *Educación, tecnología, innovación y transferencia del conocimiento* (pp. 1035-1055). Dykinson. Disponible en: <https://www.dykinson.com/libros/educacion-tecnologia-innovacion-y-transferencia-del-conocimiento/9788411705707>.
- Hernández-Fernández, A. (2024). *Introducción a la didáctica de la tecnología*. Institut de Ciències de l'Educació (UPC). Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/406678>.
- Hernández Leo, D., Martínez Maldonado, R., Pardo, A., Muñoz Cristóbal, J.A. & Rodríguez Triana, M.J. (2019). Analytics for learning design: A layered framework and tools. *British Journal of Educational Technology*, 50 (1), (139-152). Disponible en: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/bjet.12645>.
- Hoehe, M.R. & Thibaut, F. (2020). Going digital: how technology use may influence human brains and behavior. *Dialogues in clinical neuroscience*, 22

- (2), (93-97). Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/343190519\\_Going\\_digital\\_how\\_technology\\_use\\_may\\_influence\\_human\\_brains\\_and\\_behavior](https://www.researchgate.net/publication/343190519_Going_digital_how_technology_use_may_influence_human_brains_and_behavior).
- Kirschner, P.A. & Hendrick, C. (2020). *How learning happens: Seminal works in educational psychology and what they mean in practice*. Routledge.
- Kirschner, P., Hendrick, C. & Heal, J. (2022). *How teaching happens: Seminal works in teaching and teacher effectiveness and what they mean in practice*. Routledge.
- Lang, C., Siemens, G., Wise, A., y Gasevic, D. (2017). *Handbook of learning analytics*. New York: SOLAR, Society for Learning Analytics and Research.
- Luri, G. (2024). *Prohibido repetir*. Rosamerón.
- Meltzoff, A.N., Kuhl, P.K., Movellan, J. & Sejnowski, T.J. (2009). Foundations for a new science of learning. *Science*, 325 (5938), (284-288). Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2776823>.
- Miao, F. & Cukurova, M.(2024). AI competency framework for teachers. Unesco. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104>.
- Ong, W. (1993). *Oralidad y escritura. Tecnologías de la palabra*. Fondo de Cultura Económica.
- Ordine, N. (2013). *La utilidad de lo inútil*. Acantilado.
- Pan, S.C., Dunlosky, J., Xu, K.M. & Ouwehand, K. (2024). Emerging and Future Directions in Test-Enhanced Learning Research. *Educational Psychology Review*, 36 (1), (20). Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-024-09857-2>.
- Perines, H. (2018). ¿Por qué la investigación educativa no impacta en la práctica docente? *Estudios sobre Educación*, 34, (9-27). Disponible en: <https://revistas.unav.edu/index.php/estudios-sobre-educacion/article/view/7689>.
- Prats, M.A., Palau, R., Rivas, A., Cobo, C., Simón, J., Sanz, M., Amo, D., Santiago, R. & Hernández-Fernández, A. (2024). *La formació de formadors davant el repte de la IA generativa*. Dykinson.
- Ruiz Martín, H. (2020). *¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza*. Graó.
- Ruiz Martín, H. (2023). El alumnado como autorregulador de su aprendizaje. *Participación educativa*, 10 (13), (49-59). Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/258077>.
- Sabzalieva, E. & Valentini, A. (2023). ChatGPT and artificial intelligence in higher education: Quick start guide. Unesco. Disponible en: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa).
- Savater, F. (1997). *El valor de educar*. Ariel.
- Skinner, B.F. (1970). *Tecnología de la enseñanza*. Editorial Labor.
- Sousa, D. (2022). *How the brain learns*. SAGE.
- Squire, L.R. (2004). Memory systems of the brain: a brief history and current perspective. *Neurobiology of learning and memory*, 82 (3), (171-177). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15464402>.
- Squire, L.R. (2009). Memory and brain systems: 1969–2009. *Journal of Neuroscience*, 29 (41), (12711-12716). Disponible en: <https://www.jneurosci.org/content/29/41/12711>.
- Squire, L.R., Genzel, L., Wixted, J.T. & Morris, R.G. (2015). Memory consolidation. *Cold Spring Harbor perspectives in biology*, 7 (8), (a021766). Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4526749>.
- Unesco. (2019). *Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación*. Unesco. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>.



# Aspectos a tener en cuenta al crear un software para educación apoyado en IA

Marco Besteiro

CEO y fundador de Zyonia

**H**an sido muchos antes que nosotros y somos muchos hoy quienes vamos a seguir cambiando el mundo para bien. Desde los profesores y padres hasta los alumnos, pasando por los científicos de datos y los creadores de *software*, en las grandes ciudades y en los lugares más remotos y con todos los medios que podamos a nuestra disposición.

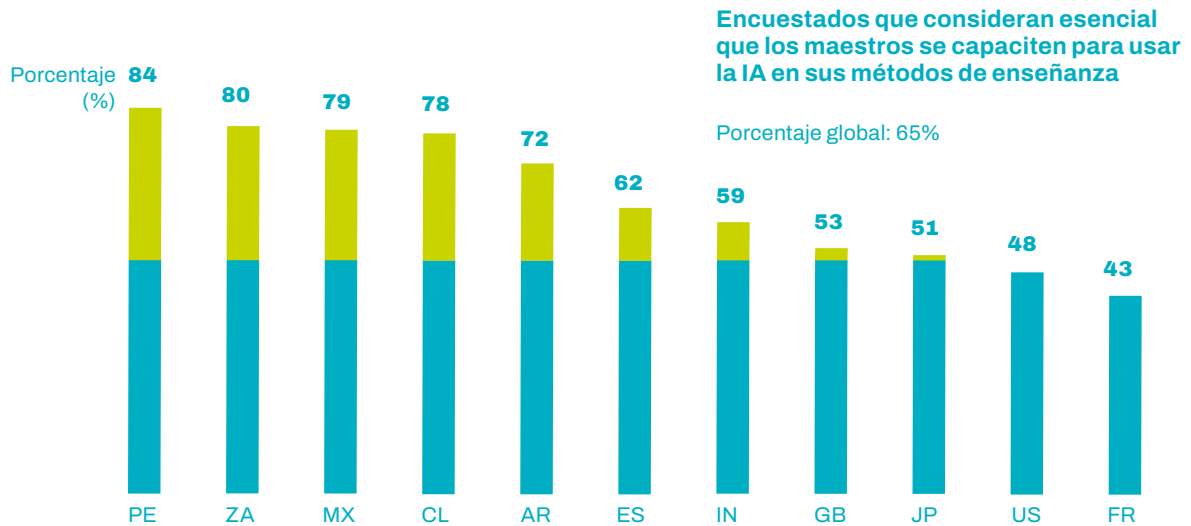
Nelson Mandela dijo de la educación que era el arma más poderosa del que podía dotarse a los jóvenes para servir a la sociedad y transformar el mundo (GBH News, 2013). Sócrates hizo del reconocimiento de los límites de nuestro conocimiento una señal de sabiduría (Platón, ca. 399 a.C./2013). Aun cuando los separan veinticuatro siglos, sus reflexiones sobre la educación y el reconocimiento de nuestros límites me parecen imprescindibles a la hora de hablar de las posibilidades de la IA educativa.

Dotar a las personas que conforman nuestro sistema educativo y, en definitiva, a la sociedad, del arma más poderosa para transformar el mundo debe ser una prioridad y hoy, esa arma, se construye sobre la

inteligencia artificial (IA). La eficiencia y la responsabilidad con la que seamos capaces de incorporarla marcará diferencias entre personas, países y en el mundo. Y para ser eficientes y responsables la sinceridad con nosotros mismos es el primer paso. ¿Qué sentimos cuando se nos plantea incorporar herramientas tecnológicas con inteligencia artificial a nuestras aulas y alumnos?

Y sí, si no estamos dispuestos, no hay razón o ayuda que nos asista. Formaríamos parte de la resistencia al cambio. En cambio, y valga la redundancia, si sentimos ilusión, nuestra labor será añadir trabajo y espíritu crítico (como les pedimos a nuestros estudiantes) para ser los artífices de cambiar el mundo para bien.

Estas palabras bien podrían haber sido dichas hace dos décadas a la sociedad por la comunidad científica y por el mundo del *software* para que prestase atención a la inteligencia artificial. Sin embargo, hoy ya nos encontramos en un escenario en el que se está pasando de desconocer o rechazar la IA a desear incorporarla de un modo adecuado y responsable.



**Figura 1.** La aceptación social de la IA en educación es hoy un hecho. Fuente: Ipsos, 2023.

## Educadores y tecnólogos colaborando

La comunidad educativa está dispuesta a contar con la IA como un aliado y busca colaborar con científicos y creadores de *software* para resolver problemas y obtener beneficios allá donde sea posible. Y aquí es donde las grandes ideas empiezan a aterrizar en acciones concretas mediante el trabajo en equipo. Es este trabajo en el que se definen lo que podríamos llamar dolores<sup>1</sup> o problemas por aliviar que siente la comunidad educativa y los beneficios que pueden esperar. Entre los dolores podemos encontrar los siguientes:

- El profesorado desea que el alumnado aprenda y domine toda la asignatura.
- No da tiempo a dedicar las horas de tutoría que cada alumno o alumna necesita.
- Las clases particulares suponen un coste importante.
- Las clases particulares requieren dedicación por parte de los padres y madres (organizar, contratar a docentes o academias, llevar a los menores a la clase o al centro donde se imparte...).
- Los grupos de estudiantes son heterogéneos.
- La tecnología se plantea muchas veces

<sup>1</sup> Dolores o problemas y beneficios o ganancias son términos que se utilizan en marketing para representar más eficazmente el valor que ofrece un producto o servicio a quienes lo utilizarán. El producto o servicio ha de ofrecer aliviadores para los dolores y creadores de beneficios, esta distinción posibilita un mejor enfoque al diseñar las características del producto o servicio.

como algo complicado o con la pretensión de sustituir al ser humano.

- La tecnología se crea muchas veces también guiada más por el beneficio económico que por las necesidades reales.

Y entre los beneficios, encontramos los siguientes:

- Disponer de herramientas que permitan transmitir la sensibilidad pedagógica del profesorado y la potencien incluso, gracias a la aplicación de tecnología.
- Poder recibir contenidos y tutorías de apoyo en cualquier lugar y a cualquier hora.
- Tener la posibilidad de adaptar el contenido, las tareas y los retos de evaluación, y detectar las áreas de mejora, así como las necesidades específicas de cada alumno o alumna.
- Contar con información actualizada en tiempo real de la evolución del alumnado, tanto individualmente como por grupos.
- Gestionar los contenidos formativos, desde la acotación de los contenidos fundamenta-

les del centro o tutor hasta la apertura prácticamente ilimitada a contenidos externos para enriquecer el sistema.

- Asegurar el control de la privacidad y la seguridad de la información del centro educativo. Esto abarca también los datos relativos al profesorado y alumnado, así como los contenidos educativos que se usan. Este control asegura que la información no se compartirá con terceros sin autorización. Se ha de ofrecer la máxima privacidad y seguridad.
- Agilidad a la hora de incorporar avances en educación. Por ejemplo, incorporar caché semántica al sistema tiene un impacto muy positivo en el ahorro de recursos y, por tanto, en la sostenibilidad.

Siempre hay y habrá más beneficios que ofrecer y más dolores que aliviar. Así que una vez trabajamos en equipo docentes y personal técnico nos damos cuenta de que ha sido una gran decisión porque hay mucho que hacer. Es seguro que vamos en la dirección adecuada y ser realista es el siguiente paso, lo que nos lleva a entender que resolver todos los problemas y ofrecer todos los beneficios deseables es muy complicado y supone un coste muy alto.

**Avanzamos en la dirección correcta, pero debemos ser realistas.**

**Resolver todos los problemas y obtener todos los beneficios que deseamos con la IA en la educación es complejo y costoso**

### **La base, aspectos clave**

El ánimo, en consecuencia, es mejorar gradualmente la experiencia educativa a un coste razonable, es decir, un coste que se corresponda con el disponible para cada destinatario de esta mejora. Iniciar este camino exige partir de unas bases, como disponer de una IA conversacional a modo de tutor, una herramienta de carga





de contenidos y un sistema base de medición y evaluación.

Es importante entender que el coste se refiere al económico, pero también al coste de adaptación de profesorado, familias, estudiantes y centros educativos. Del mismo modo, es importante entender que cuando

decimos *para cada destinatario* implica tener en cuenta las diferentes necesidades para estudiantes o profesorado de una gran ciudad hiperconectada frente a un o una estudiante o docente (o padre o madre o centro educativo) de una zona más aislada y con comunicaciones limitadas.



Figura 2. La IA conversacional cambia la experiencia educativa. Fuente: IA Mater, zyonia.com.

Esto se puede resumir en un gran concepto: **pedagogía desde la economía y la adaptabilidad.**

Solo con la fuerza de la inteligencia artificial aplicada a esta máxima hoy en día tendríamos una herramienta disruptiva.

La inteligencia artificial nos obliga, en su aplicación, a tener en cuenta la medición, la evaluación, el aprendizaje y la visualización. Por su propia naturaleza, la inteligencia artificial establece indicadores y encuentra patrones de los cuales aprende. Es decir, nos ofrece

un gran sistema de medición y evaluación de cada actividad y de cada método pedagógico utilizado para cada persona que interactúe con el sistema, tanto profesorado como estudiantes.

De un modo natural se dispone de un sistema de medición y evaluación no solo del alumnado, sino también de las iniciativas educativas del equipo docente, los métodos pedagógicos e incluso estrategias globales. Es cuestión de combinar la experiencia de educadores y creadores de *software*.



**Figura 3.** La inteligencia artificial es ideal para medir, evaluar y mejorar. Fuente: IA Mater, zyonia.com.



## Una herramienta de este tipo se debe plantear como un ayudante para las familias, el profesorado y los centros educativos

Otro aspecto fundamental que hay que comprender desde un principio es el de apoyo. Una herramienta de este tipo se debe plantear como un ayudante para las familias, el profesorado y los centros educativos, incluso para profesores o profesoras particulares.

Los alumnos incrementarán de un modo importante su aprendizaje por cada hora dedicada, lo cual hará que hagan falta menos horas para llegar al mismo resultado o bien que, con las mismas horas, el resultado sea superior al esperado. El grado de apoyo requerido y la diferencia real estará entre las comunidades que utilicen esta herramienta y las que no, y será una decisión libre de padres y alumnos.

### Recapitulando

Así que, con una comunidad educativa alineada con la tecnología, especialmente con el pa-

pel de la inteligencia artificial en la pedagogía y con una comunidad científica y de desarrollo de *software* que colabora con esta comunidad, llegamos a una herramienta pedagógica disruptiva impulsada por IA. Esta herramienta puede tener las siguientes señas de identidad:

- Ser económica y adaptable (pedagógicamente, socialmente, geográficamente e individualmente). Es decir, capaz de incorporar distintas prácticas educativas actuales y futuras alcanzando de un modo óptimo tanto a grupos como individuos, atendiendo adecuadamente a sus circunstancias sociales y geográficas (grandes ciudades, lugares remotos, comunicaciones o acceso a la tecnología limitados, etc.).
- Nacer con vocación de ser un apoyo a centros educativos, profesorado, familias y, por supuesto, alumnado.
- Disponer de un sistema de medición y eva-

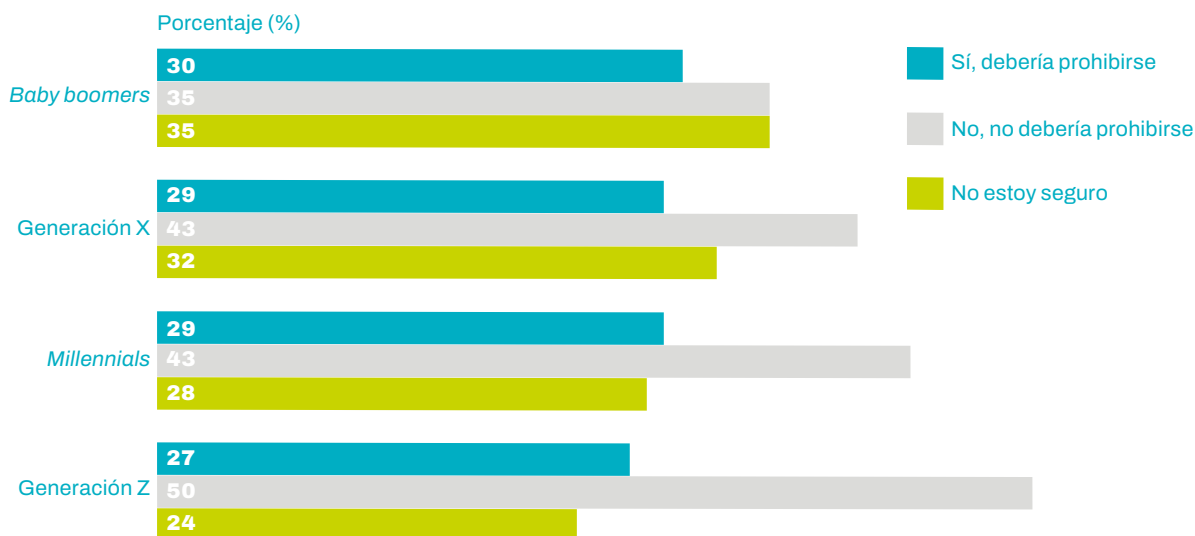
luación que no ha podido existir hasta hoy y que actualmente es posible debido a la propia naturaleza de la IA (descubrimiento de patrones, tendencias, aprendizaje, etc.).

- Ser capaz de aprender y mejorar su capacidad pedagógica.

Seguramente, todos coincidimos en que son beneficios más que suficientes para convertirla en un elemento más, clave en la educación del alumnado, como son los libros, las clases

de apoyo, los cuadernos, las sillas o las mesas.

Cuando decimos que *todos coincidimos* es imprescindible incluir al estudiantado (la mayoría ya en la generación alpha, de 2010 hasta hoy, o finales de la Z) como una pieza clave, ya que son más digitales que sus padres y madres e incluso sus docentes (generación X en su mayoría, entre 1965 y 1980, que incorpora poco a poco *millennials* o generación Y, hasta 1996) y acogen la tecnología con más naturalidad (incluso con los *millennials* el salto es significativo).



**Figura 4.** Respuesta por generaciones a la siguiente pregunta: ¿Crees que el uso de la IA debería prohibirse en las escuelas? Fuente: Ipsos, 2023.

Podríamos llegar a decir que la falta de tecnología en la educación puede ser interpretada como algo negativo para este alumnado, que podría menoscabar la imagen que tienen del profesorado y del entorno educativo.

### Situación actual y evolución

Se han comentado algunos puntos han de incluirse en una herramienta *software* para educación. ¿Y los demás puntos comentados? ¿Y





**Llegados a este punto  
cabría preguntarse si  
existe o se está trabajando  
en herramientas que  
cumplan lo comentado,  
es decir, que unan  
al profesorado y a  
creadores de *software*  
priorizando la educación**

los que no han sido comentados e irán tomando relevancia?

Además de las señas de identidad, todos los demás puntos comentados son importantes y deben incorporarse a esta herramienta. Algunos como la seguridad y privacidad desde el nacimiento de esta y otros en función de prioridades particulares. La intención ha sido mostrar los aspectos más relevantes al crear un *software* para educación, pero también la importancia de la madurez de la sociedad ante la IA, de la colaboración entre la comunidad educativa y los creadores de *software* e incluso de la paciencia, el paso a paso y las cosas bien hechas frente a la velocidad y mediocridad impuestas por el mercado y las prioridades económicas.

Llegados a este punto cabría preguntarse si existe o se está trabajando en herramientas que cumplan lo comentado, es decir, que unan al profesorado y a creadores de *software* priorizando la educación.

En su mayoría, las iniciativas actuales basadas en IA generativa, como ChatGPT, Gemini, Grok, Claude, etc., pueden ser aplicadas a la educación, aunque no es su cometido principal.

Apoyándose en la IA generativa y en otras tecnologías se están creando herramientas más específicas que aún se encuentran en fases incipientes. No obstante, en muy pocos

casos nacen de una colaboración real entre la comunidad educativa y la comunidad del *software*.

En definitiva, la tecnología y la disposición y madurez de la comunidad educativa ya permiten la creación de herramientas pedagógicas de *software* educativo, apoyadas por la inteligencia artificial y, aunque con distintos enfoques, se están empezando a realizar. Y esta tecnología y sus herramientas han venido para quedarse y marcar ventajas gracias a su aplicación.

Ahora que vislumbramos una herramienta de tutor particular para cada estudiante allá donde esté a un coste que lo hace viable en cualquier parte del mundo y que no pretende sino ayudar al profesorado y a las familias a que los y las estudiantes mejoren su educación, ¿se puede pedir aún más a la tecnología?

La respuesta es sí. No solo podemos pedir más, sino que tenemos el imperativo de hacerlo, cada día, con cada avance, siempre pensando en el desarrollo humano que la IA puede promover.

## Bibliografía

GBH News (2013, 11 de marzo). Raw Video: Nelson Mandela visits Madison Park HS In Roxbury in 1990 [Video]. YouTube. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=b-66c6OkMZGw>.

Ipsos (2023). Monitor Global de Educación.

Septiembre de 2023. Recuperado de <https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2023-09/Ipsos%20Monitor%20Global%20de%20Educaci%C3%B3n.pdf>

Platón (2014). Apología de Sócrates. Editorial Gredos. Obra publicada originalmente ca. 399 a.C.





# Desarrollo y herramientas de inteligencia artificial en el ámbito educativo

Josefa Paulos Lareo y Óscar Manuel Rey Calo

*Profesores de secundaria en el instituto IES Maximino Romero de Lema de Baio. Zas, Galicia*

La inteligencia artificial (IA) surge a partir de una serie de trabajos publicados en los años cuarenta del siglo pasado que, si bien no tuvieron gran repercusión, dieron paso en los cincuenta a los primeros estudios sobre la IA de manos de Alan Turing, considerado el padre de la inteligencia artificial y precursor de la informática moderna, tal como indica Olivares (2024) y Paniagua (2023). Ingenió numerosas soluciones basadas en la programación y el uso de algoritmos. El descifrado de la máquina Enigma es posiblemente su solución más conocida, un aparato que usaban los alemanes para encriptar sus mensajes. El descifrado de Turing contribuyó a que el bando aliado ganase la II Guerra Mundial.

## Oportunidades y riesgos en la personalización del aprendizaje con IA

Según la Fundación Aula\_Smart (2024), «uno de los mayores beneficios de la IA en la educación es la capacidad de personalizar el aprendizaje según las necesidades individuales de cada estudiante». Con el aprendizaje automático (*machine learning*), las máquinas aprenden y toman decisiones a partir del análisis de datos, facilitando así sistemas de tutoría inteli-

gente. Estos ajustan contenidos y ritmos de progreso, monitorizando y adaptando continuamente las tareas según las necesidades del alumnado.

Sin embargo, tales sistemas presentan riesgos, como la necesidad de una comprensión precisa por parte de estudiantes, la participación activa de docentes, la validación por la comunidad educativa, la transparencia de decisiones y la atención al sesgo de la IA. Además, la privacidad y seguridad de los datos utilizados es crucial. Tal como encontramos en Unesco (2023), «los rápidos desarrollos tecnológicos conllevan inevitablemente múltiples riesgos y desafíos».

Otro riesgo es el hecho de que no se sabe cómo toman las decisiones las redes neuronales, por lo que estamos cediendo a tecnologías en cierto modo opacas de resoluciones que afectan a la educación. De ahí que esta actividad esté en nivel de riesgo alto en la Ley Europea de Inteligencia Artificial.

## Impacto de la IA en la educación y en la profesión docente

La IA está automatizando tareas que antes realizaban los humanos. Si bien esto puede aumentar la eficiencia, también puede conllevar, además, una desprofesionalización docente. Este reproche se ha asociado



## La inteligencia artificial puede mejorar la vida de personas con diversidad funcional e intelectual

tradicionalmente al libro de texto, pero con esta tecnología alcanza cotas insospechadas. La revolución que está provocando la IA en el mundo del trabajo es constante e imparable.

Con las inteligencias artificiales generativas por primera vez contamos con dispositivos de acceso prácticamente universal, capaces de sintetizar y procesar la información, cualidad que era exclusiva de los seres humanos (Ubal *et al.*, 2023).

### Impacto positivo

La IA mejora la vida de personas con diversidad funcional e intelectual. Por ejemplo, Envision ayuda a personas con discapacidad visual proporcionando información del entorno. Google Docs y Natural Reader asisten en la lectura de textos. Otras aplicaciones, como Suno, generan textos, imágenes y música, lo que potencia la creatividad y el valor educativo. ChatGPT está impulsando el mundo de la investigación y facilitando el acceso a todo tipo de información técnica.

La IA permitirá a la comunidad docente dedicar más tiempo a la interacción con el alumnado. Esto nos exige de realizar tareas rutinarias y administrativas. Finalmente, la incorporación de nuevas herramientas tales como la realidad aumentada y virtual o los chatbots y asistentes virtuales, suponen nuevas formas de aprender, nuevas motivaciones.

### Impacto negativo

No toda la comunidad docente y de estudiantes tienen acceso a las mismas tecnologías o a

una conexión a internet de calidad, por lo que la IA puede provocar una brecha digital. El uso excesivo y la confianza puesta en herramientas de IA podría llevar a una pérdida de habilidades básicas, lo que implica una dependencia tecnológica.

Otro de los impactos negativos se debe a que los algoritmos de la IA pueden acentuar los sesgos sociales debido a datos de entrenamiento sesgados, lo que podría llevar a resultados injustos y discriminatorios. Teniendo en cuenta la recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos del conjunto de estudiantes que realiza la IA, su privacidad y seguridad constituye una preocupación constante.

El uso excesivo de la IA en la enseñanza puede reducir la interacción entre profesorado y alumnado, lo que afecta negativamente en el desarrollo emocional de los y las estudiantes. Todo ello provoca la deshumanización de la enseñanza. Será necesaria una adaptación constante del profesorado a los cambios tecnológicos y adquirir nuevas habilidades para manejar las *apps* basadas en IA de manera eficiente en el aula. La labor docente no se reemplaza, más bien se complementa con la IA (Aragón, 2023).

### Evaluación educativa de la IA

El proceso evaluativo es crucial y puede transformarse en un desarrollo más dinámico, adap-

tativo y personalizado gracias a la IA, lo que genera oportunidades significativas para mejorar la calidad de la educación.

Permite una evaluación continua y adaptativa. Este es uno de los grandes beneficios de la IA: su capacidad para realizar evaluaciones adaptativas. A diferencia de los exámenes tradicionales, la IA ajusta las preguntas según las respuestas previas o las capacidades de cada estudiante. Un ejemplo de este proceso lo tenemos en el programa de Duolingo.

Otra de las ventajas es el análisis de datos y la posibilidad de tener una retroalimentación inmediata. Se pueden procesar grandes cantidades de datos en tiempo real, proporcionando retroalimentación inmediata tanto al alumnado como al profesorado.

La posibilidad de evaluar habilidades no cognitivas también está dentro de los beneficios de esta tecnología. La IA está siendo utilizada para evaluar habilidades sociales, emocionales y de resolución de problemas. Estas han sido difíciles de calcular con métodos de evaluación convencionales, pero con la IA, es posible analizar el comportamiento de las y los estudiantes en situaciones simuladas o en entornos de aprendizaje gamificados. Un ejemplo de esto es la herramienta Afectiva.

**Uno de los grandes beneficios de la IA es su capacidad para realizar evaluaciones adaptativas. A diferencia de los exámenes tradicionales, la IA ajusta las preguntas según las respuestas previas o las capacidades de cada estudiante**



Por otro lado, es posible poner en práctica una evaluación personalizada. Con el surgimiento de la inteligencia artificial aplicada a las evaluaciones educativas, nos adentramos en una fase de cambio prometedor donde las pruebas y exámenes se vuelven más innovadores gracias a la tecnología educativa (Bustamante, 2024). Los avances en el procesamiento del lenguaje natural (NLP) están permitiendo la corrección automática de tareas más complejas, como ensayos y exámenes escritos. Ejemplo de ello es el programa Gradescope.

## Gamificación y evaluación continua

La gamificación merece un apartado específico dentro del conjunto de aspectos positivos acerca del empleo de la IA en la educación. Esta tecnología representa un papel fundamental en la creación de entornos de aprendizaje gamificados, donde la evaluación es continua y ocurre en el contexto de actividades lúdicas. Todo ello fomenta la motivación y el aprendizaje autónomo mientras se recopilan datos valiosos para la evaluación. El programa DreamBox Learning y la gamificación de las matemáticas son un claro ejemplo. En el proceso de evaluación de los retos se introduce la autoevaluación y coevaluación de algunas evidencias y del trabajo de grupo (Romero *et al.*, 2023).

Veamos, a continuación, una relación de herramientas basadas en IA para la evaluación educativa:

**Socrative:** Ofrece la posibilidad de crear cuestionarios, evaluaciones y encuestas en tiempo real, utilizando IA para analizar los re-



**Es importante recordar que todo este tipo de herramientas no están entrenadas según la legislación específica que regula la educación**

sultados y proporcionar retroalimentación inmediata.

**Century Tech:** Utiliza IA para crear rutas de aprendizaje individuales para el alumnado y evaluar su progreso mediante pruebas continuas. La herramienta ajusta las tareas y actividades según las fortalezas y debilidades del alumno o alumna.

**Turnitin:** Se emplea para la detección de plagio. Utiliza IA para evaluar la originalidad de los ensayos y proporcionar retroalimentación sobre la estructura, el estilo y la coherencia de los textos.

Es importante recordar que todo este tipo de herramientas no están entrenadas según la legislación específica que regula la educación, como la aplicable en nuestro país, por ejemplo. El contexto legal y socioeconómico podría incorporarse a sus bases de datos (como RAG o *Retrieval-Augmented Generation*), pero a las empresas no les interesa. Ellas venden como soluciones universales productos que, en realidad, estamos entrenando entre todas y todos.

## Desarrollo de soluciones educativas con IA

El desarrollo de soluciones con IA debería centrarse en una serie de áreas, dado su interés para la comunidad educativa:

- **Asistentes virtuales y chatbots educativos:** Con un potencial enorme para mejorar la interacción y gestión del tiempo de enseñanza, las ventajas de usar chatbots en el aula son cada vez más evidentes (Bus-

tamante, 2024). En el ámbito educativo, se propone restringir las respuestas a los documentos con los que se alimenta el chatbot e intentar minimizar el impacto en la privacidad del usuario o usuaria.

- **Análisis predictivo:** Utilizando grandes cantidades de datos, la IA puede predecir el rendimiento y detectar riesgos de abandono escolar o fracaso académico en un nivel temprano. Esto permite al profesorado intervenir y ajustar sus estrategias de enseñanza para mejorar los resultados.
- **Creación de contenidos y materiales didácticos de calidad:** Las herramientas de inteligencia artificial para crear contenidos nos ayudan a ahorrar tiempo y a canalizar nuestro talento de forma más estratégica (Newberry, 2023). En estos momentos, contamos con herramientas de IA generativa de texto, imagen y sonido muy interesantes para la creación de materiales didácticos. La profesionalidad docente es clave para la validación de contenidos elaborados por inteligencia artificial.
- **Aprendizaje adaptativo:** Hacer que las herramientas estén presentes en nuestro sistema educativo requiere, por parte de los

equipos de desarrolladores, un cumplimiento estricto del marco legal presente en Europa, España y sus autonomías, adaptándose a los requerimientos de las administraciones. Toda la legislación puede consultarse de manera detallada en la Ley de Inteligencia Artificial de la UE (Comisión Europea, 2024).

También hay que tener en cuenta que la mayoría de herramientas disponibles en el mercado se encuentran, en estos momentos, fuera del marco legal educativo vigente, lo que impide tenerlas a nuestro alcance en el aula.

### **Consideraciones éticas de importancia**

El alumnado debe estar preparado para los cambios de la IA, ha de conocer sus oportunidades y dificultades. Los y las docentes también deben asumir el liderazgo de esta transformación en todos los niveles educativos. El uso de la IA ha de tener límites legislativos claros y respetar siempre la dignidad de las personas.

Es crucial evitar la interferencia de la IA en la vulneración de derechos o la difusión de no-

**Las grandes corporaciones usan la IA para influir en decisiones personales, por lo que los marcos legales deben reparar daños y definir responsabilidades en el caso de uso fraudulento. Ha de tener límites claros y respetar siempre la dignidad de las personas**



ticias falsas. Las grandes corporaciones usan la IA para influir en decisiones personales, por lo que los marcos legales deben reparar daños y definir responsabilidades del uso fraudulento de esta herramienta.

Tal como hemos apuntado en el apartado anterior, en Europa existe un marco legal estricto en protección de datos y privacidad. El texto completo se puede consultar en la Ley de Inteligencia Artificial de la UE. Es nuestra responsabilidad manejar los datos con cuidado, especialmente cuando se trata de menores de edad.

### **El futuro de la educación y la IA**

La inteligencia artificial está transformando la educación a un ritmo acelerado, revolucionando la manera en que estudiantes y profesorado interactúan con el conocimiento (Fundación Aula\_Smart, 2024). El aprendizaje personalizado será más realista y preciso, se podrán adaptar contenidos y ritmo de aprendizaje a las necesidades individuales de cada alumno o alumna. Esto se complementará con sistemas de tutorización inteligente que se extenderán por todas las áreas de estudio. Por otra parte, la realidad virtual y aumentada se incorporarán tanto en la rama de humanidades como en la científico-tecnológica.

La IA liberará a la comunidad docente de tareas repetitivas, lo que le permitirá dedicar más tiempo a interactuar con el alumnado y trabajar más con él a nivel emocional. Se fomentará el desarrollo de habilidades tales como el pensa-





**Hemos trabajado por proyectos con el alumnado, abordando aspectos como la diversidad, la igualdad, la solidaridad, el respeto y la empatía. Esto demuestra que la IA, bien empleada, tiene un potencial impacto positivo en nuestro día a día como docentes**

miento crítico, la resolución de problemas, la creatividad, el trabajo en equipo y la colaboración, entre otras.

### **Nuestra experiencia educativa con IA**

Es importante destacar que, en el sistema educativo de Galicia, contamos con una asignatura optativa en 4.º de la ESO denominada *Inteligencia Artificial para la Sociedad* y que el curso 2024-2025 ha sido el segundo año que se imparte en la comunidad.

Los autores del presente artículo han tomado la iniciativa, ya desde el curso pasado, no solo de generar sus propios contenidos basados en el currículo de la materia, sino también de formar al profesorado en inteligencia artificial debido a la gran incertidumbre que provoca la irrupción de esta tecnología en la escuela.

En el aula, nuestra experiencia con el uso de la IA ha sido muy positiva. Hemos trabajado por proyectos con el alumnado, abordando aspectos como la diversidad, la igualdad, la solidaridad, el respeto y la empatía. Para ello hemos utilizado herramientas generativas de imagen, texto y voz. Esto nos sirve para demostrar que las herramientas de IA, bien empleadas, tienen un potencial impacto positivo en nuestro día a día como docentes.

En la elaboración de proyectos con IA, se abordaron temas clave como la privacidad o la ética, y el impacto que la inteligencia artificial tiene en la sociedad a través de las *fake news* o los *deep fakes*. Se constataron carencias de

competencias digitales entre el alumnado, a pesar de que este pertenece a una generación vinculada de forma directa a la tecnología. Los estudiantes han llegado a conectar historia, literatura y valores gracias a la inteligencia artificial, aumentando su motivación y ganas de aprender.

Además, se ha potenciado el uso de la radio con la elaboración de guiones y la preparación de entrevistas con la ayuda de IA de generación de texto, lo que ha dado lugar a proyectos premiados por su originalidad. El alumnado tuvo la posibilidad de hacer entrevistas a personajes históricos de la literatura gallega o a los Reyes Católicos.

Hemos podido constatar que las y los estudiantes han tomado decisiones para protegerse de situaciones de riesgo. Gracias a la realización de un cortometraje con IA, pudieron analizar cada una de las decisiones que llevaron a cabo.

Se han tomado medidas de privacidad como el uso de correos electrónicos de diez minutos para evitar la recopilación de datos que realizan muchas herramientas de IA comerciales. Por otro lado, han comprobado cómo se debe utilizar la IA de forma correcta para que les

sirva de ayuda y no como un mero mecanismo de plagio de actividades.

Hemos decidido que los trabajos que se realizaran en el aula trascendieran fuera del centro, llevándolos a certámenes o concursos. Así, los y las estudiantes han vivido experiencias tan enriquecedoras como participar en festivales de cine educativo, como el Festival Foco 2024, en Córdoba, o el Festival Plasencia EnCorto.

### Formación del profesorado

Nuestra experiencia educativa se completa con la formación del profesorado. Hemos estado en distintos centros educativos del rural gallego y en el Centro de Formación e Innovación de Galicia para divulgar nuestra experiencia con IA en el aula, creando materiales que pudieran ayudar a nuestros compañeros a afrontar esta nueva revolución tecnológica. En la realización de este trabajo generamos más de veinte aulas virtuales en centros gallegos con contenidos educativos sobre IA que son de gran utilidad para el personal docente.

También acudimos a distintos foros educativos con la intención de amplificar nuestra experiencia, asistiendo a eventos como el VII

**La IA debe ser un impulso definitivo a nuestra profesión que nos permita centrarnos en lo verdaderamente importante, que es ser facilitadores de un aprendizaje diverso**



Congreso Mundial de Educación EDUCA 2024, el II Congreso Nacional de la Escuela Rural celebrado en Ribadavia y otros foros como el Seminario Iberoamericano «Transformación digital e inteligencia artificial en la educación».

No podemos olvidarnos de la participación en diferentes actividades de innovación donde la implementación de la IA ayuda a los colectivos con diversidad funcional, por ejemplo, en la cuarta edición del programa Talentos Inclusivos 2023-2024, que tiene un doble objetivo: por un lado, despertar vocaciones científicas entre estudiantes de educación secundaria y, por otro lado, dar a conocer la realidad de la discapacidad.

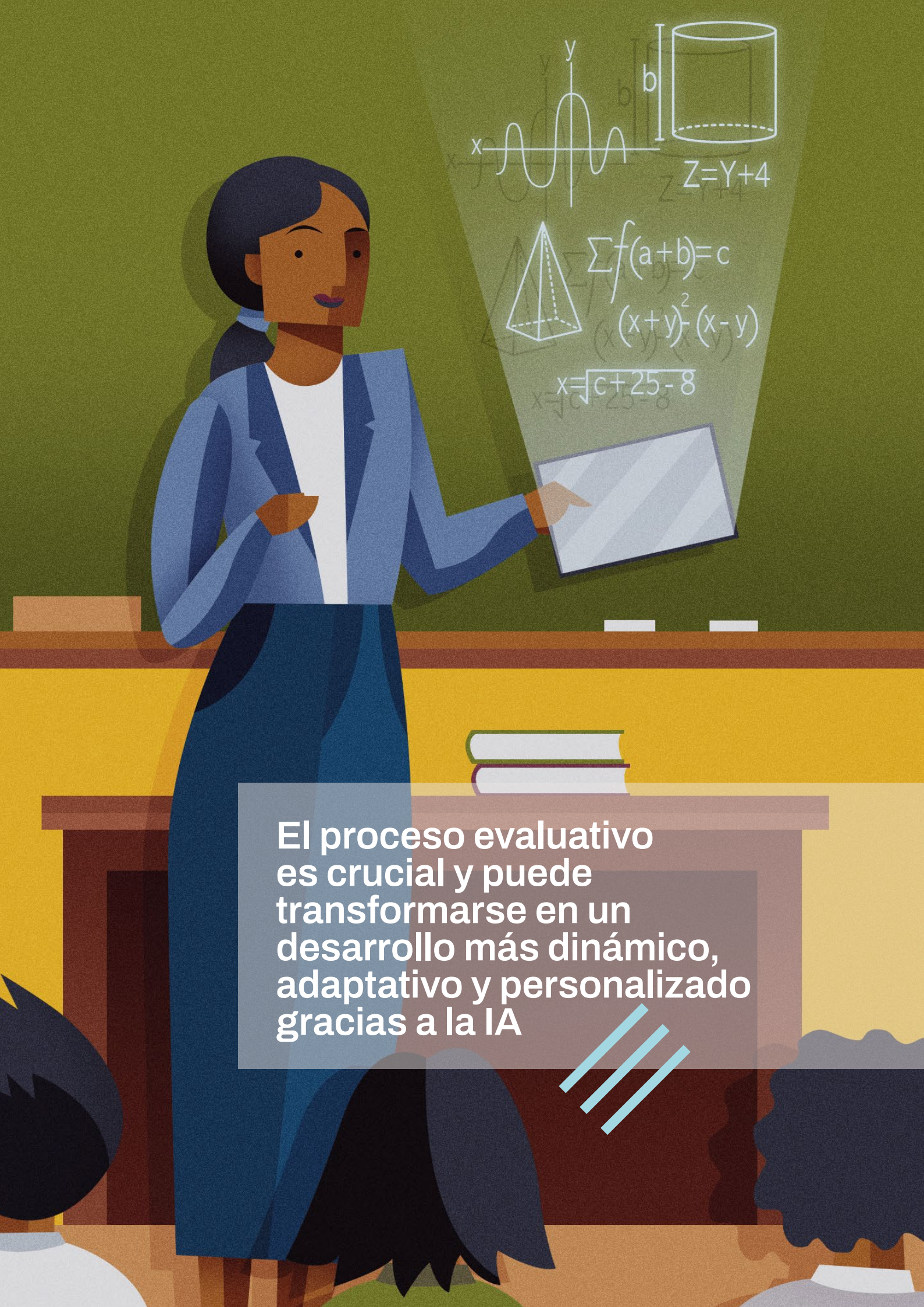
La IA debe ser un impulso definitivo a nuestra profesión que nos permita centrarnos en lo verdaderamente importante, que es ser facilitadores de un aprendizaje diverso.

### Proyectos que se han realizado

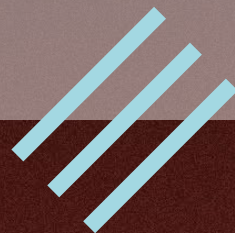
A continuación os dejamos los enlaces a algunos de los proyectos realizados en los que se han empleado diferentes herramientas de IA. Desde la IA generativa de texto o imagen hasta la creación de piezas musicales para trabajar diferentes valores entre el alumnado:

- *Pon la melodía de la igualdad en tu vida* (<https://youtu.be/gfx2eHU4a5k>). Pieza audiovisual por la igualdad y contra la violencia de género donde se han empleado apps de IA para generar la letra y música de la canción de fondo.





El proceso evaluativo es crucial y puede transformarse en un desarrollo más dinámico, adaptativo y personalizado gracias a la IA





- *Realidad alterada: DeepFake* (<https://youtu.be/4zWGGaGwHpk>). Microvídeo para concienciar de los peligros de la suplantación de identidad. Un ejemplo llevado a cabo mediante IA.
- *Precursoras en la lucha por la igualdad* (<https://youtu.be/nt-zi-k3yXQ>). Vídeo para la campaña de concienciación de la lucha por la igualdad, seleccionado en el festival de cine educativo FOCO 2024. En esta pieza se ha trabajado con dos mujeres muy importantes en la lucha por los derechos de la mujer: Clara Campoamor y Emilia P. Bazán.
- *Proyecto Talentos Inclusivos 2024* (<https://youtu.be/xzLPWK4YTmY>). Documental sobre los dos proyectos que desarrollamos para trabajar con el alumnado las necesidades de los usuarios de Aspace (parálisis cerebral).
- *Falemos + galego* (<https://youtu.be/swf-jmabF3U>). Creado para fomentar el uso del gallego entre los adolescentes. Este trabajo fue seleccionado para participar en la campaña Falemos + galego que se celebró en la comarca de la Costa da Morte con el fin de remover conciencias y generar estímulos para un mayor uso de nuestra lengua.
- *A melodía da vida na doazón de órganos e tecidos* (<https://youtu.be/WRImwKlbYAc>). Pieza audiovisual creada para fomentar la donación entre los adolescentes. Este vídeo obtuvo el segundo premio en el concurso del Sergas 2024.
- *Educando na diversidade sexual* (<https://youtu.be/cq49U3hWLjQ>). Documental para educar en la diversidad sexual gracias a la intervención de los personajes Alan Turing, Elisa y Marcela o Lorca. El uso de herramientas de IA nos han mostrado sus vivencias en este tema. Este vídeo obtuvo el primer premio en la IV Semana de la Diversidad Sexual de Nigrán y es finalista actualmente en los IV Premios Fouciño.
- *Descubre la igualdad a través de la IA* (<https://youtu.be/3-bJzW7f3QU>). Vídeo realizado para participar en el XI International Youth Film Festival Plasencia Encorto, consiguiendo el premio al mejor cortometraje en la categoría de promoción de la igualdad y la no violencia. Gracias a herramientas de IA se le ha dado voz a los Reyes Católicos y a Calixto y Melibea para explicar la evolución de la sociedad en materia de igualdad.
- *A maxia da poesía nunha canción* (<https://youtu.be/LvXgGuE0oww>). Para trabajar las composiciones poéticas de Rosalía de Castro y Manuel María. Con herramientas de IA se ha dado voz a ambos autores gallegos para explicar sus obras, que han servido de letra para generar un par de canciones con apps de IA.
- *Proyecto Namórate do Rural* (<https://youtu.be/fvD9gJk-3WM>). Hemos querido poner en valor el patrimonio inmaterial de ciertas comarcas de la zona rural de Galicia a través de la literatura oral. Aquí las herramien-

tas de IA nos han permitido crear vídeos explicativos de leyendas, historias, dichos, refranes... Todo el material aparece recogido en un blog.

- *El RAP que desconecta* (<https://youtu.be/RmdCqzO0woA>). Vídeo en el que se trabajaron los riesgos derivados del uso excesivo de pantallas. La música y letra están creadas con herramientas de IA.
- *IA y el Síndrome de Rett: una historia de esperanza* (<https://youtu.be/5Y2hu0aITuQ>). Documental que nos sirvió para trabajar las enfermedades raras, concretamente, el síndrome de Rett, a través de la vida de Danie-

la, una niña de 9 años de Ponteceso. Este documental fue presentado al II Certamen Internacional de Fotografía y Cortometrajes, y obtuvo el primer premio en la categoría de votación popular, cuya dotación fue donada a la familia para seguir investigando esta enfermedad.

- *Desafía ás violencias TICs con Inteligencia Artificial* (<https://youtu.be/Vf9JXPsoU>). Cortometraje que tiene como objetivo concienciar, sensibilizar, identificar y prevenir la violencia de género que tiene lugar en el contexto de las nuevas tecnologías, redes sociales e internet.

## Bibliografía

- Afectiva. (2024). *Afectiva and Emotion AI*. Disponible en: <https://www.affectiva.com/emotion-ai>.
- Bustamante, P. (2024). Innovación Educativa: Uso de Chatbots en el Aula [entrada de blog]. *IA en educación*. Disponible en: <https://aulasimple.ai/blog/innovacion-educativa-uso-de-chatbots-en-el-aula>.
- Bustamante, P. (2024). Inteligencia Artificial en Evaluación Educativa: Cómo está transformando el aprendizaje [entrada de blog]. *IA en Educación*. Disponible en: <https://aulasimple.ai/blog/inteligencia-artificial-en-evaluacion-educativa-como-esta-transformando-el-aprendizaje>.
- EU Artificial Intelligence Act. (2024). *La Ley de Inteligencia Artificial de la UE. Evolución y análisis actualizados de la Ley de AI en la UE*. Disponible en: <https://artificialintelligenceact.eu/es>.
- Fundación AULA\_SMART. (2024). Transforma la Educación con Inteligencia Artificial: El Futuro del Aprendizaje. *Fundación AULA\_SMART*. Disponible en: <https://fundacionaulasmart.org/blogs/noticias/transforma-la-educacion-con-inteligencia-artificial-el-futuro-del-aprendizaje>.
- Hanson, G. (2022). Gradescope te ayuda a evaluar con rapidez e imparcialidad [entrada de blog]. *Turnitin*. Disponible en: <https://latam.turnitin.com/blog/gradescope-te-ayuda-evaluar-rapidez-imparcialidad>.
- Newberry, C. (2023). 7 herramientas de inteligencia artificial para crear contenidos [entrada de blog]. *Hoot-*



- suite*. Disponible en: <https://blog.hootsuite.com/es/inteligencia-artificial-para-crear-contenidos>.
- Observatorio de la Educación. (2023). *Inteligencia artificial en la educación: ¿Cómo mejora el aprendizaje?* Disponible en: <https://observatorioeducacion.es/lineas-investigacion/inteligencia-artificial-en-la-educacion>.
- Olivares, R. (2024). Línea de Tiempo de la IA: Desde sus Inicios hasta Hoy [entrada de blog]. *Herramientas-IA.com*. Disponible en: <https://herramientas-ia.com/linea-de-tiempo-de-la-inteligencia-artificial>.
- Paniagua, E. (2023). Breve historia de la Inteligencia Artificial. *National Geographic España*. Disponible en: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/breve-historia-de-la-inteligencia-artificial\\_19310](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/breve-historia-de-la-inteligencia-artificial_19310).
- Peters, G. (2023). ¿Qué es Socrative y cómo funciona? Los mejores consejos y trucos [entrada de blog]. *QuestionTime*. Disponible en: <https://questiontime.me/que-es-socrative-y-como-funciona-los-mejores-consejos-y-trucos>.
- Romero, C. & Buzón, O. (2023). Experiencia de gamificación en Formación profesional. *En digital: experiencias y reflexiones para el uso de la tecnología en educación* (239-250). Editorial Universitaria.
- Ubal, M., Tambasco, P., Martínez, S. & García, M. (2023). El impacto de la Inteligencia Artificial en la educación. Riesgos y potencialidades de la IA en el aula. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa* (15), (41–57). DOI: <https://doi.org/10.6018/riite.584501>.
- Unesco. (2024). *La inteligencia artificial en la educación*. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>.



# Toma de decisiones del profesorado asistida por sistemas de inteligencia artificial

Francisco Herrera Triguero

Catedrático de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial y director del Instituto Andaluz Interuniversitario en Data Science and Computational Intelligence (DaSCI), de la Universidad de Granada. Académico de la Real Academia de Ingeniería

**E**l rápido avance de las tecnologías de inteligencia artificial (IA) ha transformado diversos sectores, incluida la educación, al introducir soluciones innovadoras que mejoran las experiencias de enseñanza y aprendizaje. La IA, en términos simples, se refiere a la capacidad de las máquinas para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, como el reconocimiento de patrones, la toma de decisiones y el aprendizaje autónomo. En el contexto educativo, la IA se utiliza para desarrollar herramientas y sistemas que apoyan tanto a estudiantes como a profesorado en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estas tecnologías permiten personalizar el aprendizaje, adaptándose a las necesidades individuales de cada estudiante, y ofrecen análisis predictivos que ayudan a identificar áreas de mejora y a optimizar el rendimiento académico. Además, la IA facilita la creación de entornos de aprendizaje más interactivos y dinámicos, donde educadores y educadoras pueden monitorizar el progreso del alumnado en tiempo real y ajustar sus métodos de enseñanza de manera más efectiva.

Este breve artículo explora cómo la IA está dando forma al futuro del profesorado y cómo este debe ser el centro del uso de la IA, actuando como docen-

cia asistida por la IA para la toma de decisiones en el proceso educativo. Debemos hablar de la *profesora o profesor asistido por la IA* en el contexto de la toma de decisiones del humano asistida por la IA (que en inglés recibe el nombre de *human-AI decision making*).

En este contexto, es normal encontrarnos con la pregunta del papel de la comunidad docente en este desarrollo, usual en debates sobre los procesos de automatización basados en IA y el futuro de las profesiones.

## **¿Los sistemas de IA van a sustituir al profesorado o van a acompañarlo en el proceso de enseñanza?**

La respuesta es clara, no va a ser sustituido; el profesorado tiene un papel esencial: es quien diseña y monitoriza el proceso de aprendizaje y, por tanto, quien debe pilotar el uso de los sistemas de IA en la educación y enseñanza. Es fundamental reconocer que dichos sistemas deben mejorar, en lugar de reemplazar, la toma de decisiones humanas en contextos educativos. La introducción de tecnologías de

IA no debe socavar la autonomía y la acción de profesorado y estudiantes; en cambio, debe empoderarlos para que tomen un papel activo en sus procesos de aprendizaje (Holmes, W. *et al.*, 2022). Los y las docentes, en particular, desempeñan un papel crucial en este ecosistema. La IA debe ser vista como una herramienta que apoya y potencia la capacidad del profesorado para tomar decisiones pedagógicas informadas, en lugar de imponer directrices rígidas.

Del mismo modo, los y las estudiantes deben sentirse empoderados para cuestionar los resultados generados por la IA y participar de manera crítica con los comentarios proporcionados por estos sistemas, especialmente cuando se utilizan grandes modelos de lenguaje (Dai, Y., Liu, A. & Lim, C., 2023). Esta autonomía fomenta un entorno educativo que valora el pensamiento crítico y anima al alumnado a asumir la responsabilidad de su trayectoria educativa. Al enfatizar la importancia de la autonomía y el papel central del personal docente, las instituciones educativas pueden crear un enfoque más equilibrado y colaborativo para integrar las tecnologías de IA, asegurando que el

juicio humano permanezca en el centro de la experiencia educativa.

En el contexto actual de la IA, existe un paradigma que tiene especial relevancia, la IA fiable (o confiable, puesto que ambos términos son posibles en la traducción del término inglés *trustworthy AI*). Hablamos de una IA basada en tres pilares y cuatro principios éticos. Los pilares son la ética, la legalidad y la robustez. Los principios éticos son el respeto de la autonomía humana, la prevención de daño, la equidad y la explicabilidad. A continuación, vamos a desarrollar dos de estos principios, la explicabilidad y el derecho a la autonomía y la toma de decisiones humanas en la educación desde la perspectiva del profesorado.

En cuanto a la explicabilidad, es una piedra angular de este paradigma, como referente de las tecnologías de la IA fiable. La explicabilidad tiene un doble sentido, epistemológico y ético. El primero implica la creación de IA explicable mediante modelos de IA más interpretables, manteniendo al mismo tiempo altos niveles de rendimiento y precisión, y a nivel ético, la explicabilidad comprende la creación de una IA responsable. La IA explicable debe proporcionar información sobre cómo la toma sus decisiones, las llamadas *explicaciones*, y garantizar que sus modelos puedan ser comprendidos e interpretados por los seres humanos.

En el artículo de Arrieta *et al.* (2020), se define la explicabilidad desde la perspectiva de la audiencia, que hoy en día es considerada esencial para abordar cualquier nivel de explicabilidad: «Dada una audiencia, una inteligencia artificial explicable es aquella que produce detalles o razones para que su funcionamiento sea claro o fácil de entender».

**La IA no debe socavar la autonomía y la acción de profesorado y estudiantes; en cambio, debe empoderarlos para que tomen un papel activo en sus procesos de aprendizaje. Debe ser vista como una herramienta que apoya y potencia la capacidad del profesorado**





**El profesorado debe entender cómo funcionan estos sistemas y la lógica detrás de sus resultados para guiar mejor a sus estudiantes. Además, ha de fomentar una cultura de pensamiento crítico en torno a las tecnologías de IA**

Esta definición nos permite plantear la estructura de un diseño de un sistema de IA basado en tecnologías de IA fiable. Este sistema, junto a las decisiones o sugerencias, debería proporcionar las explicaciones asociadas a la toma de decisión en función de la audiencia o experto que lo utilice, como es el profesorado en el ámbito educativo.

Por ello, los y las docentes representan un papel crucial en la configuración del futuro de la IA en la educación. Para maximizar los beneficios de la IA explicable, deben involucrarse activamente con herramientas que prioricen la explicabilidad, como la IA centrada en el humano o *Human-Centered Explainable AI* (HCXAI) (Ehsan, U. *et al.*, 2022). Esto implica no solo usar estas herramientas en sus aulas, sino también abogar por la transparencia en los procesos de toma de decisiones basados en IA. La comunidad educativa debe entender cómo funcionan estos sistemas y la lógica detrás de sus resultados para guiar mejor a sus estudiantes. Además, ha de fomentar una cultura de pensamiento crítico en torno a las tecnologías de IA, enseñándoles a cuestionar y evaluar los resultados de esta (Walter, Y., 2024).

Promoviendo la alfabetización digital y la comprensión de los sistemas de IA, las profesoras y profesores pueden empoderar a su alumnado para que se convierta en un consumidor informado de contenido generado por IA, mejorando sus experiencias de aprendizaje. También pueden colaborar con los desarrolladores y desarrolladoras para proporcionar retroalimentación sobre la usabilidad y efectividad de las herramientas de IA, asegurando que los sistemas HCXAI sean realmente beneficiosos.

En cuanto al derecho a la autonomía y la toma de decisiones, es otra piedra angular de la IA fiable. Esto nos lleva al concepto inicialmente introducido del profesorado asistido por la IA. Se debe tener en cuenta que las explicaciones pueden mejorar potencialmente la comprensión humana del consejo o decisión que sugiere el sistema de IA, pero, con frecuencia, no pueden aumentar la comprensión humana del límite de decisión de la tarea o del error del propio modelo de IA. Para lograr un rendimiento complementario humano-IA, se deben articular posibles estrategias o metodologías en las que las explicaciones deben trabajar con las intuiciones humanas.

La intuición de un perfil experto se refiere en sentido amplio a las creencias o heurísticas que las personas aportan a la decisión basándose en su conocimiento del dominio, experiencia o reconocimiento de patrones. La intuición desempeña un papel importante en la toma de decisiones asistida por IA. Cuando los seres humanos utilizan sistemas de IA para tomar decisiones, a menudo se basan en su intuición para determinar cuándo confiar en las recomendaciones de la IA y cuándo anularlas. Existen estudios que están intentado comprender el papel de la intuición humana en la toma de decisiones de la persona cuando recibe explicaciones y es asistida por la IA (Chen, V. *et al.*, 2023).

La intuición del profesorado desempeña un papel fundamental en el sistema educativo, ya que permite una comprensión profunda y contextual de las necesidades y capacidades de los estudiantes. Esta intuición, basada en años de experiencia y conocimiento pedagógico, debe combinarse con el uso de herramientas predictivas e IA para maximizar su efectividad. Las herramientas de IA pueden proporcionar datos y análisis precisos sobre el rendimiento y las áreas de mejora de los y las estudiantes, pero es la intuición del personal docente la que interpreta estos datos y los aplica de manera efectiva en el aula. Al integrar la intuición humana con las capacidades analíticas de la IA, se puede crear un entorno de aprendizaje más adaptativo y personalizado, donde las decisiones educativas se basen tanto en la experiencia del profesorado como en la información proporcionada por la tecnología. Por tanto, en el contexto de la educación donde es el experto, debe dar prioridad a su intuición en la toma de decisiones. La **Figura 1** nos muestra este contexto del humano, profesor o profesora, en el bucle de la toma de decisiones asistidas por IA.

Es crucial priorizar el diseño de sistemas de IA para la enseñanza, asegurando que estos no solo proporcionen sugerencias útiles, sino que también se adapten a las vías impulsadas por la intuición del profesorado. Esto es fundamental para fomentar la confianza en la IA y mejorar su implementación en las aulas. Cuando los sistemas de IA hacen recomendaciones, deben alinearse con su experiencia y su juicio, permitiendo que estos profesionales utilicen la tecnología como una herramienta de apoyo que amplifique su capacidad para tomar decisiones pedagógicas informadas. De esta manera, se garantiza que la IA no reemplace la intuición y el conocimiento del profesorado, sino que los complemente, creando un entorno educativo más eficaz y colaborativo.

Para terminar, hemos de destacar un estudio reciente sobre el uso combinado de la IA y las personas por parte de dos investigadores de la Universidad de Harvard, Saghafian e Idan, que introducen el concepto de *centauros* en la combinación del poder de la IA y los seres humanos. Tal como indican estos investigadores: «Los centauros son modelos



**Figura 1.** El proceso de toma de decisiones humana asistido por IA.





## El futuro del desarrollo y el uso de la IA en muchos ámbitos debe centrarse más en los centauros que en otros enfoques de la IA

híbridos humano-algoritmo que combinan la analítica formal y la intuición humana de forma simbiótica en su proceso de aprendizaje y razonamiento». Los investigadores sostienen que el futuro del desarrollo y el uso de la IA en muchos ámbitos debe centrarse más en los centauros que en otros enfoques de la IA. Los autores desarrollan su propuesta en el ámbito de la combinación de la IA generativa y los grandes modelos de lenguaje con las decisiones humanas. En el dominio de la educación, se trata, por tanto, de construir sistemas de IA que sean mejores en transmitir información a los y las estudiantes bajo la

decisión del personal docente que fija los objetivos y las estrategias en el uso de estas herramientas. Los centauros en ese proceso de toma de decisiones híbrido, humano asistido por la IA, deben eliminar las barreras con respecto a la aversión al algoritmo y la tecnología de IA, y buscar el mejor rendimiento en tareas de predicción desafiantes para la mejor adaptación de la educación al alumnado. Deben permitir avanzar en una personalización de la educación cuando el profesorado puede utilizar herramientas de IA para adaptar el aprendizaje de diferentes grupos de estudiantes.

Por tanto, hemos de concluir con una clara afirmación, la IA está para asistir al profesorado en la toma de decisiones en el proceso educativo, no para sustituirlo. La IA está para alcanzar la figura del superprofesor o superprofesora que, en los términos introducidos por Saghafian e Idan, podría definirse como «centauros» del

sistema educativo. Es un futuro apasionante que todavía necesita un largo recorrido. Pero si somos capaces de alcanzar el diseño conjunto de los sistemas de IA responsables y confiables para el sistema educativo, podremos elevar las capacidades educativas del alumnado y el papel del profesorado en las aulas.

## Bibliografía

- Arrieta, A., Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A. *et al.* (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information fusion*, 58, (82-115). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1566253519308103>.
- Chen, V., Liao, V., Vaughan, J. & Bansal, G. (2023). Understanding the role of human intuition on reliance in human-AI decision-making with explanations. *Proceedings of the ACM on Human-computer Interaction*, 7, (1-32). DOI: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3610219>.
- Dai, Y., Liu, A. & Lim, C. (2023). Reconceptualizing ChatGPT and generative AI as a student-driven innovation in higher education. *Procedia CIRP*, 119, (84-90). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827123004407>.
- Ehsan, U., Wintersberger, P., Liao, V., Watkins, E. *et al.* (2022). Human-Centered Explainable AI (HCXAI): beyond opening the black-box of AI. *CHI conference on human factors in computing systems extended abstracts*, 109, (1-7). Disponible en: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3491101.3503727>.
- Holmes, W., Persson, J., Chounta, I., Wasson, B. & Dimitrova, V. (2022). *Artificial intelligence and education - A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law*. Council of Europe.
- Saghafian, S. & Idan, L. (2024). Effective generative AI: The human-algorithm centaur. *arXiv preprint arXiv:2406.10942*. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/2406.10942>.
- Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21 (1), (15). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9377407>.



# La inteligencia artificial explicada desde las primeras etapas educativas

Explicar el funcionamiento de las máquinas con juegos infantiles: el robot cocinero

Eva Cernadas García

*Profesora del área Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial en la Universidad de Santiago de Compostela*

**T**anto en Europa como América, las mujeres están infrarrepresentadas en los ámbitos profesionales de la ingeniería, las matemáticas y la física. Aunque en los últimos años se ha investigado sobre las causas que explicarían la falta de motivación de las niñas hacia carreras universitarias en estos ámbitos.

Desde mi conocimiento, las propuestas realizadas hasta el momento para fomentar vocaciones femeninas en la enseñanza no universitaria están dirigidas, fundamentalmente, a la educación secundaria, cuando hay estudios que ya hablan de la pérdida de interés de las niñas por las matemáticas muchos años antes. Las actividades dirigidas al alumnado más joven son escasas y suelen focalizarse en visibilizar referentes femeninos en la ciencia, puesto que los libros de texto en España mencionan a muy pocas científicas en este ámbito (Epifanio, I. & Calvo, E., 2024).

Por otra parte, hay abundante bibliografía (Beltrán, M., 2023; Cernadas, E. & Calvo, E., 2022; Amores, M., 2018; Criado, C., 2019), que analizaron los sesgos de género tanto de la tecnología como de los algoritmos que usa. Los dispositivos electrónicos son cada día más omnipresentes en nuestra vida diaria. El capítulo 7 del informe *Oportunidades y desafíos de la era de la inteligencia artificial para la educación superior: una introducción para los actores de la educación superior* de la Unesco (Unesco, 2023) analiza las desigualdades de la inteligencia artificial (IA) desde varios puntos de vista. La escasez de mujeres en los equipos de desarrollo de esta tecnología condiciona la neutralidad ofrecida, puesto que sus experiencias y visiones del mundo no se incorporan en los desarrollos. Esto ya se está observando en muchos sistemas que utilizan la IA, como los traductores automáticos, los generadores de imágenes y vídeos, los sistemas de ayuda médica o los sistemas de contratación, entre otros.

El proyecto Gendered Innovations<sup>1</sup>, dirigido por la Dra. Londa Schiebinger de la Universidad de Stanford en los EUA, ha nacido con el siglo XXI para visibilizar los sesgos de género de las investigaciones en la ciencia, con muchos casos recogidos en los campos de la ingeniería e informática. Además, la tecnología y la IA presentan otras cuestiones éticas como la sostenibilidad y los derechos fundamentales (Crawford, K., 2023). El entrenamiento de ciertos algoritmos de IA requiere un elevado gasto de recursos naturales, tanto en la energía que requieren los potentes servidores que se emplean como en el consumo de agua necesaria para refrigerarlos. Por otra parte, se necesitan muchos datos para entrenar algunos algoritmos de IA, los cuales son adquiridos sin consentimiento y sin respetar el derecho a la privacidad e intimidad, más importantes en los entornos educativos por tratarse de datos asociados a menores de edad.

Este documento propone y describe actividades de fomento de vocaciones femeninas en las escuelas de educación infantil, primaria y primeros niveles de secundaria realizadas en Galicia, una región del noroeste de España. La propuesta se realiza desde la óptica de una profesora de la Universidad de Santiago de Compostela (USC) en la rama de ingeniería, específicamente, de la informática y la inteligencia artificial. De hecho, pertenezco al Centro Singular de Investigación en Tecnologías Intelixentes de la USC (CiTIUS). Por tanto, quiero destacar que las experiencias serán

analizadas desde mi visión, desde la perspectiva que ofrece la ingeniería y, probablemente, con carencias de formalismo didáctico-pedagógico.

## Ideas generales

Cuando analizamos los planes de estudios de la educación no universitaria en España, observamos que el contacto del alumnado con la ingeniería se produce a los 12 años, en una materia que se denomina Tecnología y que, a causa de la diferencia en el nombre, ni siquiera el alumnado asocia a las titulaciones de ingeniería.

En mi opinión, la palabra *ingeniería*, una palabra difícil de pronunciar para el alumnado infantil, debe ser familiar y acompañarnos en nuestro crecimiento desde la infancia por los motivos que explico a continuación. El sistema educativo habla desde la infancia de *ciencia*, cuando en realidad está realizando ingeniería. La ciencia es el estudio de los fenómenos de la naturaleza; la fotosíntesis de las plantas, las reacciones químicas, las leyes de la física, la geometría, etc. La ingeniería es el uso de la ciencia para la realización de productos (aparatos, servicios o cualquier otro tipo de producto) que soluciona algún problema en la sociedad y facilita la vida de las personas. La ingeniería se nutre del formalismo de la ciencia, pero con una importante dosis de creatividad e imaginación. Para cualquier producto que

1 <https://genderedinnovations.stanford.edu>.





**Aunque se habla de la introducción de competencias digitales en las escuelas, no se habla de ingeniería. No se consigue promover las actividades propias de la ingeniería, ese rol activo del uso de la ciencia para crear algo**

diseñe la ingeniería no solo importa que funcione como se pretende, sino que se perciba como el mejor y sea el más demandado por la clientela (pensemos en un vestido, un teléfono móvil, un coche, un traje o una casa).

En la infancia, hacemos más labor de ingeniería que de ciencia. Por ejemplo, en las escuelas enseñamos a cuidar las plantas alimentándolas con sol, agua y tierra, y estos cuidados son actividades de la ingeniería agrónoma y forestal, que aplica su conocimiento de la ciencia de las plantas (fotosíntesis, taxonomía, etc.) para que su crecimiento sea más productivo. Otro ejemplo sería la realización de construcciones de todo tipo con arcilla o plastilina, que serían actividades propias de la ingeniería civil o la arquitectura. La ciencia subyacente será la geometría y la física, pero no estudiamos eso en la infancia. Simplemente, las niñas y los niños, por prueba y error o intuición, sin ser conscientes de que hay unas reglas que gobiernan la ciencia, construyen sus maquetas de edificios, puentes, castillos, etc., que solo se mantendrán en pie cuando se cumplan las leyes de la ciencia y que, cuando no se cumplan, se caerán. Estos volverán a construirla, aprendiendo por intuición o prueba y error, pero ejerciendo los objetivos de la ingeniería (fabricar una maqueta de un producto).

Otro ejemplo serían los juegos de equilibrios y elasticidad: caminar sobre una barra o piedras con los brazos extendidos o correr con los brazos plegados. ¿Por qué no hacemos equilibrios con los brazos plegados? La física nos explica la razón, pero desde la infancia usamos estas reglas sin conocer las explicaciones de la ciencia, simplemente por prueba y error.

Estas reglas, tan inherentes a nuestro desarrollo, también las utilizan en la ingeniería aeroespacial e industrial para diseñar los aviones y coches, respectivamente, con el objetivo de que consuman menos energía y tengan que realizar menos esfuerzo. Otros ejemplos, en este caso de la ingeniería química, podemos encontrarlos en la cocina, cuando observamos cómo muchos alimentos cambian de textura (al mezclar agua y harina) o estado (al hervir huevos). En todos los casos, la falta de conocimientos de la ciencia la suplimos con la fuerza de la curiosidad, la imaginación y la creatividad de las personas más jóvenes.

Aunque se habla de la introducción de competencias digitales en las escuelas, no se habla de ingeniería. La introducción de habilidades para usar la tecnología se lleva a cabo de dos formas: una, mediante la realización de actividades con la tecnología existente, la cual sabemos que tiene importantes sesgos de género que podrían desmotivar la participación de las niñas y no fomentar sus vocaciones hacia la ingeniería, y dos, enseñar a usar la tecnología en un rol pasivo para el alumnado, lo que les lleva a considerar a las máquinas como un ser superior que todo lo sabe (como el caso de las inteligencias artificiales generativas).

Ambos enfoques no consiguen promover las actividades propias de la ingeniería, ese



rol activo del uso de la ciencia para crear algo. Además, sabiendo que la tecnología presenta tantos sesgos de género, la enseñanza de la ingeniería tan ligada a la tecnología podría fomentar más las vocaciones de los niños que de las niñas hacia la ingeniería, algo que, justamente, queremos evitar. Propongo diseñar actividades y usar ejemplos neutros y diversos, no ligados a las habilidades exclusivas de algún género o ligadas al alumnado femenino, con la intencionalidad de contrarrestar los sesgos de género de la tecnología.

## Propuesta

La invención de la mayor parte de las máquinas, desde una visión amplia, se inspiró en los seres vivos o en nuestras estrategias para realizar algunas tareas o resolver ciertos problemas. Por tanto, resulta relativamente fácil entender el funcionamiento de estas herramientas como una prolongación de las experiencias de nuestra vida.

En la infancia abunda la curiosidad y la exploración con el cuerpo para hacer equilibrios, flexiones o contorsiones. Estos movimientos para realizar figuras humanas o equilibrios tendrían explicación en la física, pero no considero que los formalismos de la ciencia sean demasiado importantes en la infancia. En mi opinión, es más importante preservar la imaginación, la creatividad e ilusión de la primera infancia

hasta convertirnos en adultos, porque lo que imaginamos en esta etapa puede convertirse en realidad cuando, con el paso por el sistema educativo, vayamos incorporando formalismos de la ciencia, las matemáticas, la química, la biología, etc. La creatividad y la imaginación son aspectos que cultivan por igual los niños y las niñas en la infancia.

La Oficina de Igualdad de Género de la Universidad de Santiago de Compostela puso en marcha en 2006 el programa «Una ingeniera o científica en cada cole»<sup>2</sup> para que las científicas y profesoras de la USC realizaran talleres científicos en los colegios públicos de la ciudad con alumnado de entre 10 y 12 años. Este programa todavía continúa vigente.

La participación en este programa me dio la oportunidad de observar el comportamiento diferenciado de niñas y niños en el desarrollo del taller y me ha inspirado en la elaboración de nuevas actividades. Después de esta experiencia inicial, he realizado nuevas propuestas de actividades para alumnado de distintos niveles educativos (esta presentación en el congreso internacional de campus virtuales recopila dichas experiencias<sup>3</sup>). En 2023 propuse el taller «El arte y el juego para educar en ingeniería desde la infancia»<sup>4</sup>, destinado a alumnado de entre 5 y 8 años. En 2024 he propuesto el taller «La informática y la vida»<sup>5</sup>, destinado a alumnado de entre 9 y 14 años. Ambos serán unificados y publicados brevemente por la Universidad de Santiago de

2 <https://unhaencadacole.gal>.

3 [https://www.youtube.com/watch?v=Glvx\\_EO-tV8&list=PLxI04vrZ74\\_LO8PeTX\\_CjUv-MAYwN9okI&index=5](https://www.youtube.com/watch?v=Glvx_EO-tV8&list=PLxI04vrZ74_LO8PeTX_CjUv-MAYwN9okI&index=5).

4 <https://citius.gal/es/news/news/promoting-egalitarian-engineering-learning-among-youngest-students>.

5 <https://citius.gal/es/news/news/citius-publishes-a-informatica-e-a-vida-workshop-to-promote-equality-in-technology-learning>.



## La invención de la mayor parte de las máquinas se inspiró en los seres vivos o en nuestras estrategias para resolver ciertos problemas

Compostela para su uso en el sistema educativo bajo el título «Explicando la inteligencia artificial desde la infancia». Este trabajo trata de recopilar un conjunto de quince actividades con materiales gráficos y explicaciones para que el profesorado de las escuelas pueda realizar actividades relacionadas con la ingeniería en general, las formas de operar de las máquinas o la inteligencia artificial con ausencia de los sesgos de género que impregnan la tecnología.

Todas las explicaciones están en gallego, la lengua cooficial junto con el castellano en Galicia, y contiene las siguientes actividades:

**Los inventos de las ingenieras.** Se trata de visibilizar las biografías e inventos de mujeres ingenieras para destruir el imaginario social que establece esta rama de conocimiento como una cosa de hombres, tal y como muestran los libros de texto. Cada vez hay más material educativo para visibilizar modelos femeninos.

**Dibujando la ingeniería.** Me parece muy recomendable que, según dibujamos obras de arte, también dibujemos la ingeniería, porque esto también desarrolla la imaginación de las personas. Algunos de los dibujos que

me ha enviado el alumnado que participó presencialmente en el taller del robot cocinero son de una creatividad extraordinaria.

**Crear una máquina con nuestro cuerpo.** Se trata de identificar las analogías entre nuestro cuerpo y la parte física (la que podemos tocar) de una máquina u ordenador. Esta actividad es la misma que la número 7, presentada más abajo, y trata de ilustrar cómo explicar la dicha actividad al alumnado de infantil (de 5 a 8 años).

**Bailando un programa.** Las coreografías pueden considerarse como programas informáticos que se ejecutan sobre el ordenador construido con nuestro cuerpo. Esta relación entre el baile y la psicomotricidad con la creación de programas puede servir para acercar y motivar las vocaciones femeninas hacia la ingeniería. La actividad podría realizarse a cualquier edad, simplemente modificando la coreografía elegida. Incluso con alumnado de entre 10 y 15 años, los cuales podrían inventar la letra y los movimientos de la propia coreografía.

**El robot cocinero.** La cocina siempre ha estado muy ligada al género femenino. Me parece interesante esa mezcla de ingeniería con la cocina por las reflexiones ofrecidas más adelante.

**¿Quién inventó la informática?** similar a la actividad 1 y con el objetivo de visibilizar el papel de las mujeres en el nacimiento y desarrollo de la informática.

**Las tripas del ordenador: cómo es un ordenador o teléfono móvil por dentro.** También crea un ordenador con nuestro cuerpo, pero con una explicación más técnica para el alumnado mayor.

**Los recuerdos de los ordenadores: escribiendo en un cuaderno.** Explica cómo se escriben los documentos en los ordenadores utilizando la analogía de la escritura en un cuaderno con hojas de papel.

**Las fotos y las imágenes: ¿qué son los megapíxeles en una cámara de fotos?** Aborda cómo se almacenan las fotos en el teléfono móvil u ordenador e introducen el sistema de medida para el tamaño de las mismas, haciendo reflexiones sobre su calidad.

**Juguemos a ser científicas y científicos en la medicina y la pesca.** Comparte dos programas informáticos, diseñados en el CiTIUS y que se usan en laboratorios de investigación de biomedicina y biología marina, para que los pueda utilizar el alumnado y jugar a ser científico o científica al mismo tiempo que aprende a diseñar ciertos procesos de los programas.

**Midiendo células: contando puntos en imágenes.** Usando los programas anteriores realizamos labores propias del personal investigador con el fin de promover vocaciones científicas en el alumnado.

**La escala digital: midiendo la realidad que nos rodea.** Aprendemos a medir



**Con el propósito de ahondar más en el estudio de la problemática y para fomentar las vocaciones femeninas, por interés del centro educativo, la actividad más demandada ha sido la del robot cocinero**

figuras geométricas u otras figuras, comprendiendo cómo determinar la realidad analógica que nos rodea cuando se digitaliza. Esta actividad está integrada con la enseñanza de las matemáticas.

**Midiendo la realidad en las ciencias naturales y sociales.** Complementa la actividad anterior con ejemplos reales, como son la medición de hojas de árboles o comarcas y países en mapas, con el fin de integrar la ingeniería en coordinación con las materias habituales del alumnado.

**¿En qué se parece un cuento a un programa de ordenador?** Esta actividad tiene itinerarios para diferentes niveles educativos. Trata de explicar la construcción de programas informáticos como los destinados para el aprendizaje de un nuevo idioma. Se utiliza en las actividades 3 y 4 para construir los programas de una coreografía y una receta de cocina, respectivamente.

**¿Qué es la inteligencia artificial?** La inteligencia artificial es un tipo de programa informático que pretende imitar el razonamiento humano. Después de abordar la base para la construcción de programas en las actividades anteriores, se puede abordar la explicación del concepto de inteligencia artificial. Explica la actividad de forma incremental para que el profesorado decida hasta dónde llegar en función del nivel educativo en el que se va a emplear.

En todos los casos, las valoraciones de percepción de las actividades por parte del pro-

fesorado mediante cuestionarios han sido muy positivas. Pero, con el propósito de ahondar más en el estudio de la problemática y para fomentar las vocaciones femeninas entre el alumnado más joven, he realizado visitas a las escuelas urbanas y rurales de Galicia en los últimos dos años y a distintos niveles educativos (desde los 3 a los 13 años) para observar y percibir los comportamientos del alumnado de forma directa, no solo a través de cuestionarios no específicos. Normalmente, por interés del centro educativo, la actividad más demandada ha sido la del robot cocinero. Por tanto, realizaba una sesión de, aproximadamente, dos horas, con grupos de entre quince y cuarenta estudiantes, a veces de la misma edad o con edades similares. A continuación, describo el desarrollo de este taller presencial.

### **Desarrollo de la actividad del robot cocinero**

En esta actividad incluyo contenidos de varios de los talleres mencionados con una primera parte de asamblea con el alumnado para tratar temas (pinceladas de las actividades 1, 3, 6 y 14) como: las diferencias entre ingeniería y ciencia con ejemplos, algunos inventos de las ingenieras, la construcción de un ordenador con nuestro cuerpo (analizando sus similitudes



y diferencias con el ordenador-electrodoméstico) o las similitudes de los idiomas de la gente y los ordenadores. Esto último nos permite explicar al alumnado cómo la construcción de un programa informático es muy similar a la escritura de un cuento y cómo aprender a realizar programas (actividad propia de la ingeniería) es muy semejante al aprendizaje de un nuevo idioma, un idioma que no se habla, que simplemente se escribe para poder comunicarse con los ordenadores. Al llegar a este punto ya podemos construir nuestro primer programa, una receta de cocina que, en nuestro caso, ha sido la receta de unas galletas. Un programa que ejecutamos en el robot-ordenador que acabamos de crear (nuestro cuerpo). La segunda parte de la actividad es la puesta en marcha de lo aprendido con la realización de las galletas utilizando nuestro robot cocinero. A continuación, describo las experiencias subjetivas y personales de estas experiencias.

Llegaba al aula o recinto en el que se realiza la actividad con un baúl opaco, con la finalidad de mantener la intriga y sorpresa en el alumnado. Me interesaba observar si la

**Me interesaba observar si la percepción y comportamiento era distinto en niños y niñas. Inicialmente, en los niños percibía cierta inquietud por ver la máquina que iba a sacar del baúl y en las niñas, cierto escepticismo hacia la máquina**

percepción y comportamiento era distinto en niños y niñas. Inicialmente, en los niños percibía cierta inquietud por ver la máquina que iba a sacar del baúl y en las niñas, cierto escepticismo hacia la máquina. A medida que se desarrollaban las explicaciones, en las que la observación de nuestra realidad cotidiana y el movimiento de nuestro cuerpo se utilizaba para explicar los conceptos, todo el alumnado participaba con bastante entusiasmo, hablando y proponiendo nuevos ejemplos. La primera etapa del taller terminaba construyendo el primer cuento (en la analogía de la computación sería el primer programa) siguiendo las reglas del idioma de los ordenadores (el análogo de la vida a los lenguajes de programación) que, simplificando, se trata de identificar las tareas que habría que repetir, cuantas veces y de qué tipo, y si habría que realizar o no casos especiales. Normas simples para la mayoría de los escolares. Con estas reglas realizábamos un programa que se correspondía con una receta de cocina.

En la segunda parte se trataba de poner en funcionamiento los ordenadores creados (mi cuerpo y el del alumnado) para ejecutar el programa que acabábamos de escribir, la receta para la realización de unas galletas. La receta nos quedaba así: en un cuenco mezclar 3 cucharadas de aceite, 3 cucharadas de leche, 3 cucharadas colmadas de harina de maíz, 3 cucharadas colmadas de azúcar, 4 cucharadas colmadas de harina de trigo y un poco de almendra en polvo. Creada la receta nos quedaba poner a funcionar el robot (ordenador) para la ejecución del programa (terminología que usaríamos las personas dedicadas a la infor-



mática). En el lenguaje de la informática, la receta se convierte en:

- 1.** Iniciar el programa con el aprovisionamiento de ingredientes comestibles: harina de trigo, harina de maíz, aceite, leche, azúcar y harina de almendras. Aprovisionamiento de utensilios del robot: un cuenco y una cuchara. Distribuir en la mesa de trabajo cuencos con harina de trigo, de maíz y azúcar (si no es suficiente, el profesorado puede reponer ingredientes en los cuencos cuando se agoten). Repartir a cada estudiante un cuenco y una cuchara.
- 2.** Echar 2 o 3 cucharadas de aceite. Como trabajar con líquidos en el aula puede ser desastroso con grupos numerosos, a efectos prácticos usamos un vasito pequeño con todo el contenido de aceite y que, normalmente, el profesorado reparte en el cuenco de cada persona.
- 3.** Echar 2 o 3 cucharadas de leche. Seguimos el mismo criterio que con el aceite. Por lo que, después de estas fases, todo el alumnado tiene en su cuenco un poco de leche y aceite.
- 4.** Para echar la harina de maíz, tenemos que repetir el proceso tres veces y echar una cucharada de harina en cada una (la repetición en un proceso esencial en la programación). Para darle un toque más lúdico, hacemos los movimientos muy bruscos, como si fuésemos el brazo articulado de un robot. Suele resultarles divertido e interiorizan mejor el funcionamiento de la máquina.
- 5.** Después tenemos que mezclar bien la harina que acabamos de echar en el cuenco con los líquidos presentes en él. Este proceso en la informática es también una repetición (indefinida) en la que tenemos que remover con la cuchara hasta que la mezcla está uniforme. El número de veces que hay que dar vueltas con la cuchara (remover) no se sabe en principio ni será el mismo para todas las personas (robots). Simplemente dejamos de repetir (de remover con la cuchara) cuando la mezcla está uniforme.
- 6.** Estos dos últimos procesos se repiten con el azúcar y la harina de trigo.
- 7.** Finalmente, el profesorado echa un poco de almendra en polvo en cada cuenco, diciendo que son unos polvos mágicos para que las galletas sean más sabrosas.

Como las medidas son aproximadas y cuando se están añadiendo ingredientes se pueden estar utilizando cucharas de distintas capacidades o el alumnado las añade más o menos colmadas, puede que la mezcla quede muy líquida (sobre todo cuando se realiza el taller con el alumnado más joven). En este caso, se debe completar con más cucharadas de harina hasta obtener una masa uniforme que se pueda moldear con las manos. Cuando la masa está suficientemente dura, la sacamos del cuenco y



la amasamos hasta que ligue bien (otra operación de repetición indefinida hasta que la masa tenga una textura uniforme) y no se rompa para realizar la forma de las galletas.

En la realización de esta receta de cocina se desarrollan los conceptos esenciales de cualquier programa informático en un sentido amplio: desde el mecanismo simple de una lavadora hasta los algoritmos complejos de la inteligencia artificial. Estos conceptos son los cuatro siguientes (explicados con detalle en la actividad 14 de «¿En qué se parece un cuento a un programa de ordenador?»). Uno, realizamos una tarea después de otra (concepto de programa secuencial); dos, a veces necesitamos elegir entre una o más opciones (bifurcaciones en los programas); tres, otras veces necesitamos hacer repetición de un conjunto de tareas (concepto de sentencias de iteración, bucle o ciclo de los lenguajes de programación). El número de repeticiones puede conocerse antes de empezarlas para así poder darle las instrucciones al alumnado (como es el caso de agregar cuatro cucharadas de harina) o puede que no, que se determinen según se van desarrollando las repeticiones (como es el caso de remover hasta que la mezcla sea uniforme).

## **Resultados y discusión de la experiencia en las escuelas**

La actividad del robot cocinero fue inicialmente diseñada para su realización con alumnado joven (de 5 a 9 años), pero, debido a la insistencia del profesorado de las escuelas, he rea-

lizado el taller con alumnado de hasta 13 años. Aunque los conceptos abordados en la actividad eran los mismos, el lenguaje y ejemplos utilizados en las conversaciones con el alumnado fueron de más coloquiales a más técnicos a medida que la edad se incrementaba. Fue una sorpresa comprobar que el alumnado mayor (11-12 años) incluso disfrutaba más con la manipulación de objetos y el juego infantil que el alumnado más joven (de alrededor de 5 años). Esto sugiere que los procesos y capacidades de la ingeniería se pueden enseñar manipulando materiales de uso común y accesibles para el alumnado, sin la necesidad de grandes equipamientos tecnológicos. Con relación al alumnado más joven, creo que se necesitaría realizar la actividad en un marco temporal más largo, dividiéndola en sesiones cortas para realizar en días diferentes y con más calma (en las dos horas de taller nunca llegamos a la etapa de darle forma a la masa para hacer las galletas).

El profesorado que ayudaba en la realización del taller presencial, con el que conversaba mientras recogía los materiales de este, siempre ha manifestado la idoneidad de la actividad para el nivel educativo en el que se había realizado. En algunos casos, han llegado a manifestar sorpresa porque, a veces, realizaban actividades similares al robot cocinero (elaborando en el aula pan o queso), pero no las habían realizado con el enfoque de la ingeniería que yo proponía. Esto sucedía habitualmente en las escuelas más rurales que, de forma general, cuentan con menor número de estudiantes por aula y mayores facilidades para acceder a productos naturales.



**A todo el mundo se le observa feliz y concentrado, así como mucha cooperación y cordialidad entre el alumnado, como si pudiesen comprender y respetar las fortalezas individuales y diferenciadas por género**

La actividad del robot cocinero se ha desarrollado siempre en un ambiente cordial y agradable para el alumnado. El hecho de que, incluso el alumnado más joven, mantenga grados de atención aceptables durante aproximadamente dos horas, el tiempo de realización de la actividad, en grupos relativamente numerosos, me parece ya un verdadero éxito. Pero me interesa analizar las diferencias de género durante el desarrollo de la actividad.

En general, los niños y las niñas mantenían actitudes y comportamientos diferenciados durante la realización del taller. Tanto niños como niñas expresaban mucha expectación y euforia en algunos momentos y, en otros, se mostraban más indiferentes, por lo que su grado de entusiasmo oscilaba durante la realización del taller.

Aún a riesgo de ser simplista en exceso, creo que las personas mostraban más entusiasmo cuanto más me acercaba a sus experiencias vitales. Por eso, cuando llego al aula diciendo que vamos a realizar el taller científico-técnico del robot cocinero, supongo que los niños, por el lenguaje utilizado y el baúl opaco que me acompañaba, se imaginaban ver una supermáquina tecnológica que los dejase sorprendidos y con la boca abierta. Las niñas, en cambio, se mostraban indiferentes. A medida que el taller comenzaba y empezábamos a realizar movimientos con el cuerpo y a crear una máquina con él, las niñas se incorporaban a la narrativa y comenzaban a mostrar entusiasmo. Tal vez, les fascinaban más las estructuras animadas de nuestro cuerpo que los hierros de las máquinas.

Otro punto diferenciador es cuando tenemos que descubrir el robot cocinero para empezar

a elaborar la receta culinaria. En ese momento son los niños los que se decepcionan cuando descubren que no existe ninguna máquina artificial en la chistera de la maga. En la puesta en marcha del robot cocinero (nuestro cuerpo) hay gran entusiasmo en ambos géneros, aunque creo que la motivación de estos es diferente.

Pienso que los niños se ilusionan mucho haciendo los movimientos repetitivos y bruscos que el robot tiene que ejecutar para la elaboración de la receta. Mientras, las niñas parece que se ilusionan porque realizan una actividad familiar y agradable, que les dicen que es ingeniería, algo que, probablemente, nunca habían imaginado. Sus caras reflejan brillo y satisfacción, se sienten muy seguras en la realización de la actividad, se concentran en los movimientos de su cuerpo para realizarlo a la perfección. Incluso me corrigen cuando echo dos cucharadas de algo en vez de tres.

A todo el mundo se le observa feliz y concentrado, así como mucha cooperación y cordialidad entre el alumnado, como si pudiesen comprender y respetar las fortalezas individuales y diferenciadas por género. En general, los niños realizan los movimientos del robot más estéticos, pero las niñas son mucho más exigentes con los detalles, que las cucharadas estén todas bien colmadas y que las repeticiones indefinidas sean abundantes para que la mezcla adquiera

elasticidad. Entre niños y niñas se ayudan para complementar debilidades y fortalezas.

Creo que se escenifican unos valores esenciales en la ingeniería, la cooperación en la diferencia para generar productos. Tanto niños como niñas se sienten felices porque tienen algo que aportar. Este hecho es importante sobre todo para las niñas porque, socialmente, en los entornos laborales de la ingeniería, las decisiones y la credibilidad de las propuestas siguen estando en las cabezas masculinas. Pero la experiencia también es muy importante para los niños, porque tuvieron vivencias con una realidad que les mostraba cómo sus compañeras compartieron con ellos unas fortalezas que fueron fundamentales para que el producto final (la masa de las galletas) fuese de la máxima calidad.

## Conclusiones

Estas diferencias de actitud y comportamiento entre los alumnos y alumnas también las puedo observar en las aulas universitarias cuando imparto clases de informática y programación. En general, las alumnas exhiben característi-

cas como la perfección y elegancia de los programas, mientras que los alumnos valoran más la pronta finalización y el envoltorio para tener una solución cuanto antes.

Aunque el sistema de aprendizaje universitario potencia y valora más las habilidades masculinas, las fortalezas aportadas por las alumnas son extremadamente importantes en el campo de la ingeniería informática. Esto sugiere que a las alumnas les recomendamos adoptar fortalezas foráneas, en vez de desarrollar plenamente sus fortalezas innatas. Esto puede estar ocurriendo también en la infancia. Debemos romper las dinámicas que enseñan la ingeniería desde la óptica masculina, obviando los conocimientos ancestrales que las mujeres aportaron a esta rama de conocimiento.

Por ejemplo, la científica Ada Lovelace se inspiró en el funcionamiento de los telares industriales de finales del siglo XIX para inventar el primer programa de ordenador. Debemos facilitar las aspiraciones hacia la ingeniería de toda la infancia, niñas y niños, pero sin que las niñas renuncien a sus experiencias y gustos vitales (la danza, la cocina, la armonía de movimientos, etc.), porque estos también son muy importantes para el desarrollo de la ingeniería.

Al mismo tiempo, debemos desarrollar en el aula actividades, como el robot cocinero, que permitan exhibir las fortalezas de ambos géneros para generar entornos de respeto mutuo y admiración compartida. Esto permitiría atraer a la ingeniería a ambos géneros por igual. Uno de los retos de la universidad será mejorar sus sistemas de enseñanza y evaluación para ofrecer escenarios de desarrollo en igualdad a las nuevas generaciones.

**Debemos romper las dinámicas que enseñan la ingeniería desde la óptica masculina, obviando los conocimientos ancestrales que las mujeres aportaron a esta rama de conocimiento**



## Bibliografía

- Amores, M. et al. (2018). *¡PROTESTO! Videojuegos desde una perspectiva de género*. Editorial Anait-Games.
- Beltrán, M. (2023). *Mr. Internet: Cómo se relacionan la tecnología y el género y cómo te afecta a ti*. Next Door Publishers.
- Cernadas, E. y Calvo, E. (2022). Perspectiva de género en Inteligencia Artificial, una necesidad. *Cuestiones de Género: de la igualdad y la diferencia*, (17), (111–127). DOI: <https://doi.org/10.18002/cg.i17.7200>.
- Cernadas, E. y Calvo, E. (2023). Crawford, Kate (2023). Atlas de IA. Poder, política e custos planetarios da intelixencia artificial. *Gender on Digital: Journal of Digital Feminism*, 1. DOI: <https://doi.org/10.35869/god.v1i.5067>.
- Cernadas, E. [BCNChile]. (2024, 2 de febrero). *Eva Cernadas - Inteligencia artificial con enfoque de género* [vídeo en línea]. YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=ri9qmHPHMEY>
- Criado, C. (2019). *La mujer invisible: Descubre cómo los datos configuran un mundo hecho por y para los hombres*. Editorial Seix Barral.
- Epifanio, I. & Calvo, E. (2024). Acciones para la igualdad de género en las áreas científico-técnicas de las universidades españolas. *Educación XXI*, 27 (2). DOI: <https://doi.org/10.5944/educxx1.38279>.
- Liu, B., Morales, D., Roser, J., Sabzalieva, E., Valentini, A., Nascimento, D. & Yerovi, C. (2023). *Oportunidades y desafíos de la era de la inteligencia artificial para la educación superior: Una introducción para los actores de la educación superior*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/255826>.



# Preguntas frecuentes

¿Existe algún proyecto a nivel internacional cuyo objetivo sea introducir formación sobre IA en las aulas?

## Sofía Schelotto Varela

El programa de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial de Ceibal, en Uruguay, ha desarrollado distintas propuestas de aplicación en el aula. La propuesta «La vaca es una buena mascota de apartamento» busca que los estudiantes entrenen un modelo para que clasifique entre mascotas de apartamento y mascotas para una casa de campo o con patio.

El objetivo consiste en que las y los estudiantes puedan comprender el mecanismo básico de los sistemas de IA, que reconozcan diferentes tipos de uso de los algoritmos y que reflexionen sobre sus sesgos. Puede accederse al vídeo institucional de difusión de la propuesta en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=jqrpeMFMcwM>.

Si se emplea inteligencia artificial para generar imágenes, ¿cómo se cita la IA en la bibliografía?

## Óscar Huertas Rosales

Algunas entidades como la Biblioteca Complutense han publicado guías de uso y cita de contenidos generados por IA. Se refieren sobre todo a las citas en textos profesionales, como publicaciones científicas, sin embargo, la recomendación general es citar

la herramienta utilizada, la versión de dicha herramienta y describir para qué se ha usado concretamente en el proceso (idea inicial, inspiración, arte final, etc.). Puede consultarse en el siguiente enlace: <https://biblioguias.ucm.es/bibliotecauniversitariaeia/citaria>.



**¿Cómo se evalúa el daño que el sesgo puede estar provocando en la adquisición de conocimientos por parte del alumnado?**

Abordar directamente este problema en el aula puede ser difícil. Sin embargo, existen grupos de investigación que ya realizan un análisis del contenido y de la calidad de las respuestas generadas por la IA, evalúan la diversidad de respuesta, la capacidad de detectar sesgos y llevan a cabo pruebas antes y después del uso

de las herramientas, así como estudios longitudinales a largo plazo. En cualquier caso, lo que sí se puede hacer es evaluar el conocimiento y la capacidad crítica antes y después del uso de una IA para un tema concreto y pedirle al propio alumnado que pongan a prueba las herramientas.

**¿Qué legislación existe sobre protección de datos en el entorno de aplicaciones de la IA?**

**Marco Besteiro**

El Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la UE regula el tratamiento de datos personales y es aplicable tanto a *software* en general como a sistemas de IA que afecten a ciudadanas y ciudadanos europeos. El RGPD establece principios para el tratamiento de datos durante todo el ciclo de vida de un sistema de IA.

También se encuentra el Reglamento de Inteligencia Artificial (RIA), vigente desde el 1 de agosto de 2024, que se va aplicando gradualmente hasta completar un plazo de 24 meses. Introduce prohibiciones específicas para proteger datos personales, como la prohibición de clasificaciones sociales basadas en IA y el uso de identificación biométrica en tiempo real en espacios públicos.

¿Qué fuentes puede consultar el profesorado de secundaria para buscar información sobre inteligencia artificial?

### **Antoni Hernández-Fernández**

Preguntar a la IA. No, es broma (aunque puede hacerse, claro). Los docentes pueden acceder a múltiples materiales en línea, repositorios y sitios especializados para formarse en IA. Destacar el portal de la Unesco, como repositorio general, el portal creado por la Generalitat de Catalunya y la guía del profesorado de la Xunta de Galicia. Allí se pueden consultar de forma ordenada secciones dedicadas a la integración de IA en las aulas de secundaria, con múltiples recursos y formaciones, y enlaces a otros muchos materiales. Por otra parte, en Aifindy pueden encontrar miles de herramientas y aplicaciones de IA, con enlaces a tutoriales que explican su uso, algunos de ellos adaptados al ámbito educativo. Estas plataformas brindan recursos, desde fundamentos de IA hasta aplicaciones prácticas y éticas de esta tecnología. En el caso del portal de la

Generalitat de Catalunya se van integrando proyectos para la enseñanza de la IA, adaptados a secundaria y bachillerato.

### **Referencias**

Repositorio Aifindy: <https://aifindy.com>.

Unesco. IA en educación: <https://www.unesco.org/es/digital-education/artificial-intelligence>.

Portal de la Generalitat de Catalunya de IA en educación (en castellano, catalán e inglés): <https://projectes.xtec.cat/ia>.

Repositorio de la Xunta de Galiza.  
Guía del profesorado:  
<https://recursos.edu.xunta.gal/es/recurso/introduccion-la-ia-inteligencia-artificial-guia-del-profesorado-es>.

**¿Cómo se puede evaluar el daño que el sesgo puede estar provocando en la adquisición de conocimientos por parte del alumnado?**

Evaluar el impacto de los sesgos en la adquisición de conocimientos es un tema complejo que va más allá de la IA. Se deberían hacer estudios de campo sobre este punto que constituye un terreno de investigación aún por explorar.

Es importante entender que los modelos de IA pueden reforzar prejuicios y estereotipos que ya existen si no se han entrenado adecuadamente: las bases de datos suelen tener sesgos que la IA reproduce. Para evaluar este impacto, se pueden hacer encuestas y reflexiones en clase sobre los materiales de la IA que utilizan los estudiantes, comparándolos con sus experiencias personales. Además de revisar estudios de casos o promover discusiones sobre sesgos observados, por ejemplo en la generación artificial de imágenes (pedir que generen un perfil médico o futbolista, en inglés, y ver qué género o que etnias

salen...), puede ayudar a las y los estudiantes a desarrollar un pensamiento crítico frente a los contenidos generados por IA. Así, se previene una aceptación y un aprendizaje pasivo de prejuicios y se forma un criterio basado en la diversidad de fuentes y en la supervisión crítica de la IA por parte del ser humano. Pero no olvidemos que las personas añaden a sus propios sesgos el «ruido», algo sobre lo que pensar (véase Kahneman et al., 2023): ¿no es mejor que te evalúe una máquina, con sus sesgos, a que te evalúe un humano hambriento que no ha almorzado, enfadado porque ayer perdió su equipo y que intuyes que te tiene manía?

**Referencia**

Kahneman, D., Sibony, O. & Sunstein, C. (2023). *Ruido: Un fallo en el juicio humano*. Barcelona: DeBolsillo.

**¿Puede darnos algún ejemplo de experiencias de aplicación de la IA a las matemáticas para secundaria y bachillerato?**

Destacaría, entre otras, las que hay de *machine learning*, como LearningML o Google Teachable Machine, con alguna experiencia interdisciplinar interesante (por ejemplo, una de matemáticas y biología). Como en todo momento de transición, hay más propuestas de investigación que experiencias consolidadas. Si se va a Google Scholar y se teclea «AI in math teaching secondary school», se obtendrán más de 200.000 resultados, pero luego no hay tantas experiencias prácticas de aula. Los estudios se suelen circunscribir a un sistema educativo, con revisiones interesantes, pero también hay iniciativas privadas, como la de McGrawHill, que desarrolló ALEKS, una herramienta en la que se aplica la IA para el aprendizaje individualizado de las matemáticas.

Por otra parte, aplicaciones de IA en matemáticas para secundaria y bachillerato ya había muchas antes de la irrupción de los grandes modelos de lenguaje

como ChatGPT, aunque menos estudios hablan sobre ello. Existen herramientas como Photomath, Mathway o Symbolab que aplican IA para resolver problemas matemáticos con solo fotografiar la ecuación. Estas aplicaciones, que se pueden llevar en el móvil, no solo solucionan problemas sino que explican cada paso, lo que facilita la comprensión de conceptos. Pienso que sería útil ir introduciéndolas en secundaria, como herramienta, junto con los LLM como chatGPT o, mejor, HuggingChat.

### **Referencias**

ALEKS. <https://www.mheducation.es/escolar/soluciones-digitales/aleks>.

Google Teachable Machine. <https://teachablemachine.withgoogle.com>.

LearningML. <https://web.learningml.org/que-es-ml>.

**¿Cómo se han de evaluar trabajos descargados de ChatGPT y cómo se puede saber que no contienen contenido humano?**

Evaluar este tipo de trabajos depende del criterio del docente: hay docentes que no los admiten y otros que los aceptan. Estos últimos suelen pedir el *prompting* y tienen en cuenta las modificaciones que alumnos y alumnas hacen (por ejemplo, marcándolas en otro color). Con respecto a la detección del plagio, que se use ChatGPT sin permiso, es un problema que aún no se ha resuelto. Para revisar trabajos descargados de IA como ChatGPT, se recomienda usar herramientas de detección de texto generado por IA, como Turnitin, GPTZero o el propio ChatGPT, que determinan la probabilidad de generación automática. Sin embargo, estas herramientas aún no son fiables y probablemente no lo sean nunca, pues el alumnado puede pedir que la máquina rehaga los textos incluyendo palabras de baja frecuencia, por ejemplo, o con algún contenido personal,

lo que dificultaría mucho detectar el uso de ChatGPT, salvo casos obvios (cuando no cometen faltas de ortografía o emplean un vocabulario sospechosamente culto, o cuando incluyen, que aún pasa, referencias falsas...). El profesor o profesora puede, no obstante, proponer actividades adicionales, como defender oralmente el trabajo, para asegurar que el estudiantado comprende el tema y que el contenido es realmente el resultado de su investigación y comprensión.

### Referencias

Detector de IA de ChatGPT: <https://chatgpt.com/g/g-0jVDrdnMQ-detector-de-ia>.

GPTZero: <https://gptzero.me>.

Turnitin: <https://www.turnitin.com>.



¿Pueden proporcionarnos un glosario de herramientas gratuitas y de calidad aplicadas a la educación?

### Josefa Paulos Lareo y Óscar Manuel Rey Calo

- **Canva Educación.** Herramienta gratuita para crear contenidos educativos visuales.
- **Grammarly.** Corrección de errores gramaticales y sintácticos en textos.
- **ChatGPT, Microsoft Copilot y Google Gemini.** IA para generar textos y crear contenidos educativos.
- **Socrative.** Analiza preguntas del alumnado y ofrece respuestas detalladas.
- **Kahoot y Quizzlet.** Gamificación mediante cuestionarios interactivos.
- **Edpuzzle.** Crea vídeos educativos con preguntas interactivas.
- **Turnitin.** Detecta plagio en documentos escritos.
- **Khan Academy.** Plataforma de aprendizaje personalizado con actividades diseñadas.
- **Edmodo.** Facilita comunicación y colaboración usando IA.
- **Google Docs.** Puede llevar a cabo transcripciones de voz y traducción automática de textos.
- **Spatial.** Para generar espacios de realidad virtual educativos.

¿Podrían facilitarnos enlaces sobre IA como asistente para el diseño de contenidos centrados en la accesibilidad y el diseño universal?

- **Adobe Firefly.** Permite generar imágenes accesibles mediante IA. <https://firefly.adobe.com>.
- **Uizard.** Plataforma para diseñar interfaces accesibles. <https://uizard.io>.
- **Figma.** Herramienta de diseño colaborativo con plugins para mejorar la accesibilidad. <https://www.figma.com>.
- **Microsoft Inclusive Design Toolkit.** Para crear interfaces accesibles para todas y todos los usuarios. <https://www.microsoft.com/design/inclusive>.
- **Accessibility Insights.** Extensión gratuita para Chrome y Edge que facilita la evaluación de accesibilidad. <https://accessibilityinsights.io>.
- **Color Oracle.** Herramienta gratuita que simula cómo personas con daltonismo perciben los diseños generados. <https://colororacle.org>.
- **Natural Readers.** Permite la lectura de textos escritos. <https://www.naturalreaders.com>.
- **Google Translate Documents.** Permite la traducción masiva de un documento a otro idioma. <https://translate.google.es>.
- **Canva.** Puede emplearse como traductor de materiales. [https://www.canva.com/es\\_es/traductor](https://www.canva.com/es_es/traductor).

## ¿Cómo poder cumplir con todos los CA y resultados de aprendizaje (RA) e incluir nuevas tecnologías o proyectos en formación profesional?

Es cierto que supone un reto en FP cumplir con currículos ajustados e integrar proyectos en el aula. Una propuesta útil es incluir el aprendizaje basado en proyectos (ABP), que permitirá diseñar proyectos que cubran varios resultados de aprendizaje (RA) al mismo tiempo como competencias técnicas y transversales. Otra opción son los

miniproyectos o los desafíos rápidos, que integran herramientas tecnológicas en menos tiempo y permiten una evaluación más ágil. Un ejemplo exitoso ha sido «Petiscos de ciencia», un proyecto donde los estudiantes grabaron pequeños vídeos documentando experimentos científicos en clase de biología. Se cubrieron así múltiples objetivos de forma.

## ¿Por dónde se puede empezar a guiar al alumnado para que integre un uso responsable de la IA?

### **Eva Cernadas García**

Conviene explicarle al alumnado cómo funciona por dentro la IA y cuáles son los conceptos claves de su diseño. Solo desde el conocimiento podemos tener criterio para saber si la resolución de un problema necesita de la IA o no. La IA siempre es una solución aproximada para problemas que no pueden resolverse de forma exacta. Entender el funcionamiento interno de la

AI nos permite comprender los sesgos que llevan implícitas sus predicciones. Hoy en día, hay muchos estudios y evidencias de los sesgos de la IA y son especialmente importantes los sesgos de género, ya que interseccionan con todos los demás sesgos de etnia, edad, perfil económico, etc. Nunca debemos aceptar un resultado de la IA, sobre todo de la IA generativa, de forma acrítica.

## ¿Cómo conseguir sentido crítico en el alumnado en el contexto de la enseñanza con IA?

Se ha de cuestionar en todo momento si realmente la IA es necesaria para nuestro trabajo o si solamente es un juguete que está de moda. Debemos enseñar cómo funciona la IA por dentro y cuáles son los conceptos clave que la rigen para entender sus riesgos y limitaciones. Además, hay que concienciar al alumnado de los sesgos de los sistemas de IA de uso común, como ChatGPT, asistentes virtuales,

traductores, generadores de imágenes, etc. Son especialmente relevantes los sesgos de género, puesto que podrían inculcar en el alumnado sin que se perciba desigualdades que ya creíamos superadas y que van en contra de los derechos humanos. Por tanto, debemos siempre alertar y debatir con el alumnado estos comportamientos de la IA en caso de que se use en el ámbito educativo.

## ¿Hay recursos educativos para el profesorado para impartir la propia materia de IA?

### Ismael Gómez García

El diseño curricular de las asignaturas sobre IA es crucial para elegir los recursos educativos al servicio de la docencia. Si bien existen muchos sitios web dedicados al campo de la IA aplicada a la educación, decidir qué recursos disponibles son útiles para el currículo específico es algo que ha de hacerse con una perspectiva local.

En el caso de Galicia, la Xunta ha elaborado una útil guía para el profesorado:

Introducción a la IA. Inteligencia artificial: [Guía del profesorado \(es\) | Repositorio de contenidos educativos](#), así como recursos relacionados, disponibles en un repositorio de contenidos educativos.

En España, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado ha dispuesto diferentes recursos educativos, así como herramientas, en abierto.

## ¿Cómo iniciarse en IA desde cero?

Hoy día es difícil no haber tenido alguna interacción con productos o servicios que hacen uso de alguna forma de inteligencia artificial. Los dispositivos móviles que usamos a diario o las plataformas de *streaming*, como la usada para retransmitir el propio seminario sobre IA y transformación digital de la educación, son ejemplos claros de interacciones con esta tecnología.

Esa condición de usuarios no tiene por qué facilitar la transición a servicios más avanzados, como un gran modelo de lenguaje (LLM en sus siglas en inglés) del estilo de Claude, ChatGPT, Mistral, Gemini y muchos otros. Aun cuando la interacción se haga con el mismo lenguaje que usamos para nuestras interacciones sociales diarias, es difícil ignorar que nos encontramos ante una tecnología desconcertante.

Lo que recomendamos desde la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) es acudir a los múltiples recursos disponibles de formación docente. En estos momentos estamos trabajando en el diseño curricular de un curso dirigido al profesorado

para capacitar no solo en el uso de IA para la educación, sino también para dotar de un marco lógico de evaluación del impacto educativo de la tecnología, sea esta IA o cualquier otra, imaginada o inimaginable. El curso estará disponible en 2025 y servirá para fomentar ambientes más innovadores y estimulantes de aprendizaje mediante el uso de la IA y otras tecnologías.

### Lecturas recomendadas

Crawford, K. (2023). *Atlas de IA: Poder, política y costes planetarios de la inteligencia artificial*. Ned Ediciones.

Degli-Esposti, S. (2023). *La ética de la inteligencia artificial*. Los Libros de La Catarata.

Mitchel, M. (2024). *Inteligencia artificial: Guía para seres pensantes*. Capitán Swing.

Sigman, M. & Bilinkis, S. (2023). *Artificial: la nueva inteligencia y el contorno de lo humano*. Debate.



**¿Qué aplicaciones y recursos debemos conocer para estar actualizados en IA y optimizar tareas como elaboración de contenidos, evaluación o motivación del alumnado, entre otras?**

Una búsqueda web permite dar con una gran abundancia de páginas dedicadas precisamente a presentar multitud de recursos, guías, etc. Una de las más populares, aunque se encuentre en inglés, es [AI Educator Tools](#), que ofrece un rico repositorio producido por el equipo de [The AI Educator](#).

Algunas de las primeras tecnologías del lenguaje que se pusieron a disposición de la comunidad educativa fueron los servicios de *speech to text* (producción de texto escrito

a partir de habla) y *text to speech* (lectura con voces sintéticas de texto escrito). Es importante recordar el inmenso potencial de estos servicios para atender las necesidades de una parte considerable del alumnado.

Conviene recordar que bajo el nombre de IA se agrupan un gran número de tecnologías que son, en gran medida, del lenguaje y del contexto cultural. El contexto cultural y educativo específico de nuestras clases es esencial para dar sentido al uso de la IA o de cualquier otra tecnología.





**OEI 75**



XUNTA  
DE GALICIA