

Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación

CAROLINA PAOLA TRAMALLINO*

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Argentina

ADRIANA MARIZE ZENI**

Universidad Nacional de Rosario - Argentina

Recibido el 30-10-23; primera evaluación el 12-02-24;
aceptado el 28-02-24

RESUMEN

El objetivo de este estudio es realizar un recorrido analítico a través de artículos científicos sobre inteligencia artificial (IA) en el contexto educativo, localizados en Google Scholar y Science Direct, escritos en portugués, inglés y español desde 2021 en adelante. En 2022 se lanzó ChatGPT, tecnología que forma parte del concepto denominado inteligencia artificial generativa, creada mediante técnicas de aprendizaje automático. Este tipo de herramientas ha ganado espacio en las instituciones escolares y ha sido objeto de numerosas discusiones. A raíz de ello, los gobiernos de muchos países, preocupados por sus impactos, intentan regular el uso de la IA. Entre los resultados obtenidos se destaca la presencia de estudios sobre alfabetización en IA, la formación docente, la necesidad de abordar la temática interdisciplinariamente y desde niveles iniciales, entre otros.

Palabras clave: alfabetización digital, inteligencia artificial, enseñanza, ChatGPT

* Investigadora asistente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina en el Instituto Rosario de investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE). Es Profesora en Letras y doctora en Humanidades y Artes con mención en Lingüística recibida en la Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina. Es profesora adjunta en la cátedra de Lingüística General I de la carrera de Letras de la misma casa de estudios. Se desempeña en las áreas de Lingüística Computacional y enseñanza de español. Correo electrónico: tramallino@irice-conicet.gov.ar ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4760-7005>

** Magíster en Ingeniería de la Producción, por el Centro Universitario UNISOCIESC, Joinville. Es licenciada en Matemáticas por la Universidad Estatal de Ponta Grossa, Brasil y doctoranda del Doctorado en Educación de la Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Se desempeña como docente del área de matemáticas y de programación en la Secretaría de Educación del Estado - (SEED) Paraná, Brasil. Correo electrónico: adrizen72@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6827-9629>

Developments and discussions on the use of artificial intelligence (AI) in education

ABSTRACT

The aim of this research is to analyze scientific articles about artificial intelligence (AI) in an educational context. These articles were located using Google Scholar and Science Direct and were written in Portuguese, English, and Spanish from 2021 onwards. In 2022, ChatGPT was launched, a technology that is part of the concept called generative AI, created by machine learning techniques. This type of tool, which has been the subject of many discussions, has also gained traction in educational institutions. As a result, governments in many countries, concerned about AI's impacts, are attempting to regulate its use. Among these articles, studies about AI literacy, the training of teaching staff, the need to address the topic in an interdisciplinary manner, and starting from elementary school, stand out.

Keywords: digital literacy, artificial intelligence, teaching, CHATGPT

Avanços e discussões sobre o uso da inteligência artificial (IA) na educação

RESUMO

O objetivo deste estudo é realizar uma análise de artigos científicos sobre inteligência artificial (IA) no contexto educacional. Esses artigos foram localizados utilizando o Google Scholar e o Science Direct e foram escritos em português, inglês e espanhol a partir de 2021. Em 2022, foi lançado o ChatGPT, uma tecnologia que faz parte do conceito chamado inteligência artificial generativa, criada a partir de técnicas de aprendizado de máquina. Esse tipo de ferramenta, que tem sido alvo de inúmeras discussões, também tem ganhado espaço nas instituições educacionais. Como resultado, governos de muitos países, preocupados com os impactos da IA, estão tentando regulamentar seu uso. Entre os artigos encontrados, destacam-se estudos sobre alfabetização em IA, formação do corpo docente, a necessidade de abordar o tema de forma interdisciplinar e começar desde o ensino fundamental.

Palavras-chave: alfabetização digital, inteligência artificial, ensino, ChatGPT

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio realiza un recorrido analítico por artículos de investigación publicados desde el año 2021 hasta el momento en las bases científicas Google Scholar y Science Direct, cuya temática refiere a la incidencia de las herramientas de IA en el ámbito educativo. Particularmente, se propone contrastar investigaciones que discuten los alcances y limitaciones de estas nuevas tecnologías.

Actualmente, las constantes innovaciones en el área de la lingüística computacional, (Tramallino & San Martín, 2023) específicamente, en la rama del procesamiento del lenguaje natural (PLN), han culminado en la aparición de tecnologías disruptivas denominadas herramientas de IA generativas. Dentro de este campo de estudio se han logrado avances relevantes en el procesamiento y generación del lenguaje. Como consecuencia, entre otras potencialidades, dichas herramientas generan nuevos contenidos bajo la forma de fragmentos de texto, videos o música (Radford et al., 2018). Su funcionamiento puede equipararse a algoritmos matemáticos, estadísticos y computacionales que son capaces de realizar un proceso de inferencia a través del aprendizaje basado en ejemplos (Allende Cid et al, 2019). Es decir, el modelo de IA generativa procesa y aprende a identificar patrones a través del análisis de una enorme cantidad de datos introducidos inicialmente, lo cual le permite tomar decisiones y realizar predicciones sobre dichos datos (Géron, 2019). Luego, superada la etapa de entrenamiento, es capaz de producir información nueva y original, emulando así la forma de comprensión y producción textual propia de la especie humana. No obstante, Chomsky et al. (2023) advierten que estas tecnologías aún se encuentran en una fase temprana en lo que respecta al desarrollo cognitivo en comparación con la cognición alcanzada por los seres humanos.

Actualmente, la IA es una tecnología muy vigente; sin embargo, abundan formas de interacción con ella muchas veces no conscientes entre la población (Araújo, 2021). La mayoría de las herramientas digitales de uso frecuente se basan en la programación informática. Así, los teléfonos inteligentes, las *tablets*, los electrodomésticos y los videojuegos funcionan porque existe un método preciso, es decir, existe una inteligencia que indica a estos dispositivos cómo es que se deben realizar determinadas tareas; un claro ejemplo lo constituyen las búsquedas por preferencias en plataformas como Spotify o YouTube. Dicho de otro modo, la IA se encuentra mucho más presente en los usos cotidianos de lo que los propios usuarios advierten.

En efecto, la IA se ha utilizado en distintos sectores y contextos para automatizar tareas y colaborar con actividades de la praxis humana. En lo que respecta a la educación, la IA impacta, sobre todo, en el nivel superior, en las carreras universitarias de grado y posgrado. Según Vicari (2018), al aplicarse la IA al ámbito escolar resulta en un área de investigación multi e interdisciplinar, ya que implica el uso de tecnologías en sistemas cuya finalidad es contribuir a la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, a pesar de los crecientes esfuerzos e intentos por comprender las cuestiones que rodean a las tecnologías de la IA, así como la urgencia de brindar a los estudiantes un acercamiento y una apropiación mediante experiencias prácticas, los estudios sobre esta problemática

todavía son incipientes. Por lo tanto, este artículo de corte teórico pretende brindar un panorama acerca de las temáticas abordadas y los resultados obtenidos en investigaciones actuales sobre la inserción de herramientas generativas de IA en el contexto educativo. Para ello, en primer lugar, se presenta un estado de la cuestión; a continuación, se explicitan aspectos relacionados con la metodología de trabajo que abarcan los criterios de búsqueda y selección de artículos para su posterior análisis. Finalmente, se exponen los resultados y se abordan las consideraciones finales.

2. EDUCAR EN LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Los principales sistemas educativos que emplean tecnologías de IA son los sistemas tutores inteligentes (STI), los sistemas de gestión del aprendizaje (SGA), la robótica educativa inteligente y los cursos *online* masivos y abiertos (MOOC, por sus siglas en inglés), en términos de *learning analytics* (LA). Sin embargo, cada una de estas aplicaciones utiliza la IA de forma diferente. Según Tavares et al. (2020), existe un gran potencial en el uso de esta para apoyar las tareas del contexto educativo, tanto desde la perspectiva del que aprende como del que enseña. Algunos ejemplos de sus aplicaciones (Vicari, 2018) son los siguientes:

- Aprendizaje adaptativo: este método se basa en el análisis de los datos a través de sistemas de IA para poder determinar el proceso de estilo del aprendizaje de los alumnos según el progreso individual (Hernández González & Soberanes Martín, 2024).
- Tutores inteligentes que se adaptan de forma dinámica para brindarle retroalimentación al estudiante, y, otorgan una respuesta que se corresponde con una estrategia correctiva.
- Herramientas de diagnóstico y sistemas de recomendación que permiten descubrir el estilo de aprendizaje del estudiante a través de su nivel de conocimiento y la velocidad de aprendizaje.
- La gamificación, que consiste en trasladar procedimientos propios del juego para fomentar la motivación y participación de los alumnos y beneficiar el aprendizaje.
- La minería de datos, que trata de un proceso de preparación y extracción de conocimiento de grandes bases de datos de forma sistemática, interactiva e iterativa.

- La robótica, la cual refiere al conjunto de procesos y procedimientos que se sirven de artefactos robóticos pedagógicos para lograr un conocimiento reflexivo (Madureira, 2023).

Un tipo de IA generativa muy extendida es el Generative Pre-Trained Transformer (ChatGPT). Dicha tecnología se basa en *large language models* (LLMs). Estos grandes modelos de lenguaje contienen billones de parámetros en su diseño y son entrenados con un inmenso volumen de datos procedentes de diversas fuentes, como por ejemplo textos, libros, artículos, códigos y conversaciones en línea, lo que les permite aprender patrones y reglas gramaticales (Pereira & Moura, 2023). De esta forma, se entrenan para predecir palabras siguiendo la sintaxis y el sentido de un texto dado (Anderson et al., 2020). Algunos presentan usos únicos, como, por ejemplo, generar respuestas en conversaciones, describir conceptos o temas complejos, generar códigos nuevos o corregir errores en códigos informáticos existentes.

El chatbot ChatGPT fue lanzado por OpenAI en noviembre de 2022 (Martins Ramos, 2023), dispone de múltiples aplicaciones y se ha popularizado rápidamente. Su exponencial uso ha generado numerosos debates, sobre todo en lo que respecta al ámbito educativo, particularmente sobre las posibles transformaciones que puede ocasionar en la metodología de enseñanza y en las formas de evaluación. Por lo tanto, esta tecnología trajo consigo un debate acerca de las regulaciones necesarias para el ámbito educativo. Steele (2023) afirma que fue considerado una amenaza para el sistema de enseñanza y, como consecuencia, algunas universidades prohibieron su uso rápidamente. Uno de los problemas radica en cómo evaluar los conocimientos y habilidades de los estudiantes si los docentes no pueden determinar cuánto han elaborado ellos mismos y cuánto la herramienta, la cual puede producir ensayos, informes y respuestas coherentes frente a las consignas dadas. A partir de esta inquietud, emergieron como contraparte algunos *softwares* que detectan el porcentaje de palabras formulado por la IA; aunque no pueden operar de forma eficaz y cubrir la totalidad del texto analizado.

Asimismo, diferentes universidades de todo el mundo han emprendido conversatorios, conferencias y capacitaciones para docentes y estudiantes ante la posibilidad de que esta herramienta pueda cambiar las formas de escribir y de enseñar en las carreras universitarias. En este sentido, Castillejos López (2022) plantea que la era de la “algoritmización” con el uso de la IA trae consigo transformaciones profundas en el ámbito educativo, específicamente, en el estudiante universitario y en la posibilidad de acceder a contenidos producidos por *hacks* académicos que promueven la realización de prácticas poco

éticas. Por lo tanto, el autor identifica un problema de valores en el aprendizaje, que ve comprometido el desarrollo del pensamiento crítico, tanto de la inteligencia lingüística como de la lógico-matemática.

En efecto, autores como Su et al. (2023) y Yang (2022) destacan la importancia de pensar en la alfabetización en IA. Este tipo de competencia es definida por Wang et al. (2022) como la capacidad de reconocer, utilizar y evaluar adecuadamente las tecnologías basadas en ella, sin dejar de considerar los principios éticos. Selwyn et al. (2022) plantean que este es el momento para discutir un uso inclusivo y justo de la IA porque su poder exige utilizarla con sentido y conciencia. Precisamente, uno de esos empleos responde a la apropiación creativa en el área de lenguaje natural y generación de imágenes, como afirman Perrotta y Selwyn (2020).

2.1. La cuestión ética en torno a la IA generativa

Las discusiones actuales ubican en el centro otra preocupación real que es la cuestión de la ética. En este sentido, Flores-Vivar y García Peñalvo (2023) concluyen que es necesario realizar investigaciones que generen acciones políticas, lo que podría concretarse en la creación de un observatorio ético de la IA en el ámbito educativo. Dada su relevancia, cada vez existe una mayor cantidad de literatura especializada que trata de demostrar la necesidad de educar a la comunidad sobre esta cuestión. En concreto, numerosas investigaciones abordan la IA como una asignatura que debe impartirse en todos los niveles educativos. En este sentido, es oportuno mencionar el aporte de Luckin (2017) que parte de la siguiente pregunta: ¿Cómo es posible preparar a los estudiantes para que puedan beneficiarse con la IA? En respuesta, surge la premisa que sostienen muchos educadores: debe incluirse desde edades tempranas. Esta postura acerca de que la IA debe integrar el currículo educativo desde niveles iniciales de enseñanza como el nivel primario, ha sido expuesta por diferentes investigadores, como, por ejemplo, Lin Pei et al. (2021) incluso antes del lanzamiento del famoso chatbot. En la misma dirección, en julio de 2017, China elaboró un plan denominado “Desarrollo de la inteligencia artificial de próxima generación”. Este proyecto nacional pretendía su inclusión desde la educación primaria hasta el nivel superior (Yu & Chen, 2018). En coincidencia, Camada y Durães (2020) afirman que, dado que la IA es un área cada vez más omnipresente en la vida cotidiana de la sociedad, comprender sus fundamentos desde los primeros años de la escolaridad reviste un gran interés. Es importante mencionar que resulta esencial abordar no solo la cuestión técnica sino también la ética. Por lo tanto, países como Estados

Unidos, Canadá, Japón, Singapur, China, Emiratos Árabes Unidos, Finlandia, Dinamarca, Taiwán, Francia, la Comisión Europea, Reino Unido, Corea del Sur, Australia, Suecia, India, México, Alemania, Portugal e Italia han elaborado planes estratégicos, en los cuales, cada gobierno se ocupa de abordar la cuestión ética como uno de los pilares del desarrollo de la IA.

3. METODOLOGÍA

La metodología que adopta el presente estudio consiste en realizar una revisión bibliográfica selectiva para “detectar, obtener y consultar la bibliografía” que pueda ser útil al propósito del estudio, con el fin de “extraer y recopilar la información relevante y necesaria” para enmarcar el problema de investigación (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 61). Por lo tanto, en primer lugar, se definió la temática a revisar y se eligieron las bases de datos a consultar. A continuación, se emplearon conceptos precisos o palabras clave para, de esta forma, poder obtener referencias adecuadas. La búsqueda se realizó mediante descriptores, tanto en español como en inglés, dado que un gran número de fuentes primarias se hallaban publicadas en este idioma. Luego de localizar la información se procedió a tabularla, para ello, se optó por clasificarla a través de fichas de registro. Por último, se analizaron e interpretaron los datos con el objeto de organizar y sintetizar el caudal teórico para obtener respuestas al problema en cuestión.

De acuerdo con estos criterios metodológicos, la investigación es de carácter exploratorio y toma el enfoque cualitativo. En cuanto a sus objetivos es descriptiva y, desde la perspectiva del diseño, constituye un estudio bibliográfico. Para alcanzar el objetivo, se realizó una revisión de artículos científicos recopilados en dos bases de datos: Google académico y Science Direct. En esta última se localizó a partir de las siguientes palabras clave: *generative AI and education*; *AI literacy*; *generative AI and ChatGPT*; *AI literacy and machine learning*. Para estos términos, la estrategia de búsqueda consistió en restringir el año de publicación a las contribuciones correspondientes a 2023. Con respecto a los conceptos sobre IA generativa y educación, se ubicaron artículos publicados en 2021 y 2022. En total, se encontraron 187 estudios.

A continuación, se elaboró una planilla de cálculo de Excel con la información principal de los estudios. Los criterios de inclusión para investigaciones que abarcaran uno o más niveles educativos fueron los siguientes: las investigaciones abordan (a) la alfabetización en IA generativa y ética; (b) la alfabetización en IA y aprendizaje automático; (c) la alfabetización en IA y ChatGPT. Por lo tanto, de los 187 artículos quedaron 49 que cumplían con las variables establecidas.

Las tablas 1 y 2 exhiben fragmentos de la tabla confeccionada en la planilla de Excel:

Tabla 1. *Datos de los artículos seleccionados*

Título	Base de datos	Tipo de estudio	País
Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective	Science Direct	Cuantitativo	Emiratos Árabes Unidos
Artificial Intelligence (AI) Literacy in Early Childhood Education: The Challenges and Opportunities	Science Direct	Cuantitativo	China
Artificial Intelligence teaching and learning in K-12 from 2019 to 2022: A systematic literature review	Science Direct	Cuantitativo	Reino Unido
Can large language models write reflectively	Science Direct	Mixto	Australia
Delphi study for the development and preliminary validation of an item set for the assessment	Science Direct	Mixto	Alemania
Developing a model for AI Across the curriculum: Transforming the higher education lan	Science Direct	Cuantitativo	Estados Unidos
Digital interaction literacy model – Conceptualizing competencies for	Science Direct	Cualitativo	Alemania

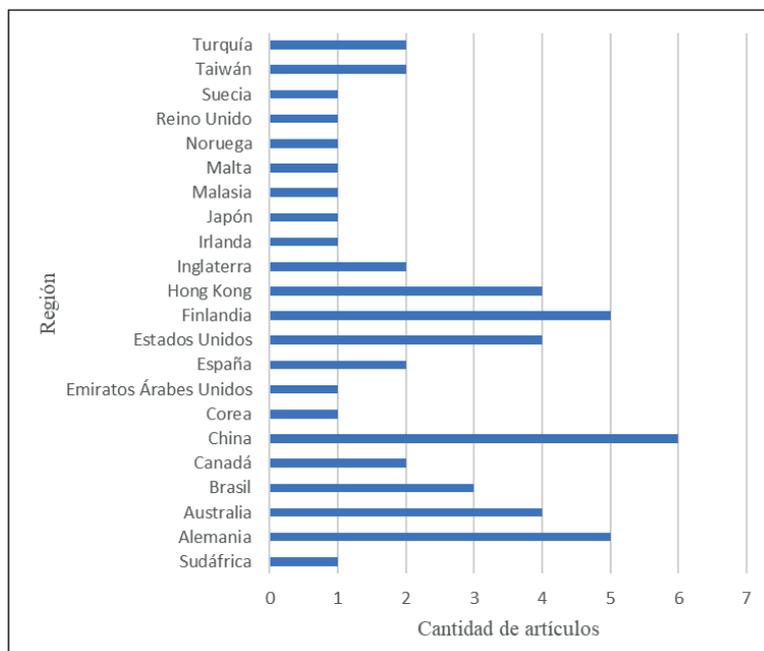
Tabla 2. *Criterios de inclusión de los artículos según temática y año de publicación*

IA G	CHAT GPT	Alfabe- tización	Aprendizaje automático	Ética	nivel escolar	año	DALL-E	Open- AI
0	0	0	0	0	0	2023	0	0
1	0	1	1	1	Primario	2023	0	0
1	0	1	1	1	Primario y medio	2023	0	0
1	1	0	0	0	Superior	2023	0	1
0	0	1	1	1	Superior	2023	0	0
1	0	1	1	1	Superior	2023	0	0
0	0	1	1	1	0	2023	0	0

Tipo de estudio (N=47)		
Cualitativa	28	57.14
Cuantitativo	8	16.33
Mixta	13	26.53
IA Generativa (N=49)		
Sí	25	51.02
No	24	48.98
Chat GPT (N=49)		
Sí	21	42.86
No	28	57.14
Alfabetización IA (N=49)		
Sí	33	67.35
No	16	32.65
Aprendizaje Automático (N=49)		
Sí	35	71.42
No	14	25.58
Ética (N=49)		
Sí	33	67.35
No	16	32.65
DALL-E (N=49)		
Sí	8	16.32
No	41	83.68
Open AI (N=49)		
Sí	4	8.16
No	45	91.84

Luego de analizar la información, se encontró que 34 de los artículos que alcanzaban el 69.38 % fueron identificados en la base de datos Science Direct, mientras que, para el año de publicación, el 67.3 % fueron difundidos en 2023. Respecto del nivel de instrucción propuesto para incluir en los planes de estudio a la IA, el 28.5 % de las investigaciones indicaron el nivel medio y el 18.36 % el nivel superior. Con respecto al país en el cual se llevó a cabo el estudio y la cantidad de artículos por cada una de estas regiones, los resultados se presentan en la Figura 2.

Figura 2. Origen y cantidad de artículos producidos por región



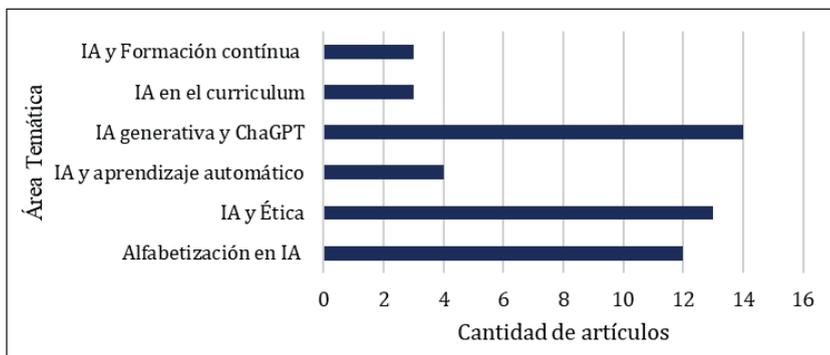
En esta muestra, el país con mayor número de publicaciones resultó ser China, con seis artículos publicados (12.24 %). La frecuencia de las palabras clave se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Frecuencia de palabras clave

Palabras clave N = 49	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
IA Generativa	25	0.51
ChatGpt	21	0.43
Alfabetización en IA	33	0.67
Aprendizaje Automático	35	0.71
Ética	33	0.67

En cuanto al foco temático, se agruparon los artículos en seis tópicos: la alfabetización, la cuestión ética, el aprendizaje automático, la IA generativa y el ChatGPT, el currículum y, por último, la formación continua de los docentes. Las áreas con mayor cantidad de investigaciones corresponden a IA generativa y ChatGPT, como se aprecia en la Figura 3

Figura 3. Cantidad de artículos por área temática



A continuación, se detallan en la Tabla 5 los artículos revisados según autor y año de publicación.

Tabla 5. Distribución por área temática de las investigaciones

Investigaciones	Área temática
Laupichler (2023) Carolus et al. (2023); Southworth et al. (2023); Su & Ng (2022); Yetişenoy & Rapoport (2023); Jiahong Su y Yuchun Zhong (2022), Lu & Fan (2023), Kong et al. (2023); Hornberger et al. (2023), Mertala et al. (2022); Lee et al. (2023), Celik (2023).	Alfabetización en IA
Adams et al. (2023), Memorian & Doleck (2023), Gašević et al. (2023), Khosravi et al. (2023), Lázaro & De Medeiros (2023), Zammit et al. (2022), Su e Yang (2023), Pereira & Moura (2023), Lee et al. (2021), Kohnke et al. (2023), Pretorius (2021), Lin Pei et al. (2023) Vivar (2023).	IA y ética
Mühling & Große-Bölting, (2023) Kajiwara (2023), Ali et al. (2021), Rizvi et al. (2023).	IA y aprendizaje automático
Celik (2023), Steele (2023), Lin Pei et al. (2023), Yilmaz & Yilmaz (2023), Tiernan et al. (2023), Grassini (2023), Dai (2023), Garcia Penálvo (2022), Lim et al. (2023), Lv (2023), Su & Yang (2023), Sanusi et al. (2022), Veira (2023),	IA generativa y ChaGPT
Su et al. (2023) Su et al. (2022) Laupichler et al. (2022),	IA en el curriculum
Kim & Kwon (2023), Al Ayanwale et al. (2022); Darayseh (2023).	IA y Formación continua

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En lo que respecta a la alfabetización en IA, Su et al. (2023) señalan ciertos desafíos como la falta de proyectos curriculares y la ausencia de directrices didácticas. En coincidencia, varias investigaciones (Laupichler et al. 2023; Carolus et al., 2023, y Southworth et al., 2023) han demostrado la necesidad de desarrollar planes de estudios en esta área. Sin embargo, la mayor dificultad estriba en elegir qué contenidos se incluirán en el currículo y cómo. En un intento de encontrar soluciones a esta problemática se señaló que al abordar la alfabetización en IA es menester relacionarla con las competencias esenciales del siglo XXI, aunque esto pueda llevar a otra dificultad que se relaciona con acordar qué se entiende por competencias esenciales.

En la búsqueda de dicha respuesta, los autores consultados sostienen que es necesario pensar en el currículo y en las competencias, más allá de los conocimientos puramente técnicos. De esta forma, defienden la idea de que la IA puede trabajarse de forma interdisciplinar, a través de proyectos y actividades extracurriculares con la finalidad de promover acciones que le permitan al estudiante comprender y adquirir conocimientos básicos de ella. Uno de los puntos de coincidencia en las investigaciones radica en que la propuesta curricular debe construirse a partir de los aspectos singulares y únicos de cada contexto, sobre todo en lo concerniente a los aspectos culturales.

La competencia adquiere así una connotación más amplia, significa que la información adquirida a través de la alfabetización puede ayudar a la construcción ciudadana y democrática, y a la comprensión del mundo en que se vive. Asimismo, se plantea que puede trabajarse la IA desde otras disciplinas. Un caso concreto es el que exponen Yetişensoy y Rapoport (2023), quienes analizan la posibilidad de tratar la cuestión ética que se deslinda de esta en el área correspondiente a los estudios sociales.

5.1. ¿Desde cuándo incluir la IA en los planes de estudio?

En cuanto al nivel educativo, Jiahong Su y Yuchun Zhong (2022) analizaron 16 investigaciones científicas sobre la alfabetización en IA en la educación primaria, y en sus conclusiones recomiendan trabajar los contenidos utilizando un enfoque basado en problemas. En esta misma dirección, Su et al. (2022) realizaron un artículo de revisión en el cual concluyeron que países como China, Japón, Corea y Singapur han concretado reformas de los planes de estudios nacionales con el objeto de adaptar la enseñanza de la IA a las tendencias tecnológicas actuales; la investigación se centra en los currículos de primaria y secundaria. Los resultados exhiben la presencia de determinados

desafíos, por ejemplo, el desconocimiento de los profesores sobre inteligencia artificial, la falta de un proyecto curricular y la ausencia de directrices didácticas para este nivel educativo. Como conclusión, los autores destacan que la IA en el nivel primario apenas se incluye en la región Asia-Pacífico. Otra cuestión interesante señalada en la investigación es la del empleo de un enfoque pedagógico basado en proyectos, para trabajar estos conceptos.

Por su parte, Mertala et al. (2022) analizaron la concepción de la IA entre alumnos de 5º y 6º grado de escuela primaria y descubrieron que esta era descrita, la mayoría de las veces, como una tecnología antropomórfica que poseía cualidades cognitivas equivalentes a las de los seres humanos. Es importante mencionar el estudio de Yen Lu y Chun (2023), en el cual participaron alumnos de secundaria de una escuela pública situada en el sur de Taiwán. La investigación se desarrolló a través de un proyecto e incluyó las variables de comprensión de conceptos y pensamiento computacional. En esta, se halló la necesidad de mostrar a los estudiantes ejemplos de aplicaciones en escenarios de la vida real.

Otro estudio realizado por Kong et al. (2023), diseñó y evaluó un programa de alfabetización en IA cuyos destinatarios eran universitarios de distintas procedencias. Los resultados indicaron que el proyecto mejoraba la comprensión de los conceptos del área. De forma similar, Hornberger et al. (2023) llevaron a cabo un trabajo en este nivel educativo en el cual se partía desde la pregunta ¿Qué saben los estudiantes universitarios sobre IA? para desarrollar y validar una prueba donde participaron alumnos alemanes. Los resultados arrojaron una variación significativa en la alfabetización en IA entre los estudiantes que poseían formación técnica o bien, que contaban con experiencia en IA. Por lo tanto, sugirieron que los educadores consideraran los conocimientos previos de los estudiantes a la hora de diseñar los cursos de IA.

En cuanto a áreas y carreras universitarias, Laupichler et al. (2022) realizaron una revisión bibliográfica para determinar las tendencias de la investigación sobre la alfabetización en IA en la enseñanza superior y responder así la siguiente interrogante: ¿Qué focos temáticos pueden identificarse en la literatura sobre alfabetización en AI en la educación superior y la educación de adultos? A partir de la pregunta, los autores constatan que la formación de competencias en IA resulta extremadamente relevante para todas las personas, ya que la vida cotidiana está impregnada de acciones que se realizan mediante esta. Además, advierten que en Estados Unidos y Asia se ha publicado un mayor número de estudios en el área investigativa, lo cual puede explicarse debido a que estas regiones geográficas constituyen las principales fuerzas en el desarrollo de tecnologías.

Como conclusión, observamos que el conocimiento del procedimiento con el que actúan las herramientas de IA desde una edad temprana facilitaría la comprensión de su funcionamiento y posibilitaría una mirada crítica hacia sus alcances.

5.2. Aprendizaje automático

En cuanto al aprendizaje automático, Mühling y Große-Bölting (2023) indagaron sobre las concepciones de los alumnos de primaria y secundaria sobre el aprendizaje automático. Una de las preguntas que guió la investigación fue *¿Cómo conceptualizan los estudiantes el proceso de aprendizaje automático?* Las actividades se llevaron a cabo a través de talleres y, posteriormente, comprobaron si los conceptos sobre la temática se habían modificado después de la experiencia. Los resultados fueron positivos ya que quienes habían participado en el programa mejoraron significativamente su comprensión conceptual. Asimismo, Kajiwara (2023) identificó tres retos en torno a esta temática: (a) cómo enseñar a los alumnos de nivel primario y secundario el modelo matemático que subyace al aprendizaje automático; (b) qué temas del proceso de aprendizaje automático no es necesario enseñar a los estudiantes; y, (c) cómo influye la educación en IA en la aceptación de la tecnología de IA. El estudio demostró que la mayoría de los sujetos que experimentaban ansiedad y temor ante la IA cambiaron de opinión al darse cuenta de cómo funcionaba y de que estas herramientas podrían emplearse en la vida cotidiana. Es preciso aclarar que aparece un concepto recurrente que estriba en el área de matemática, concretamente, en cómo enfocar los modelos matemáticos, estadísticos y computacionales hacia los propios estudiantes.

Por otra parte, Ali et al. (2021) desarrollaron una actividad lúdica con alumnos de secundaria acerca del aprendizaje automático generativo, cuyo propósito era acercarlos a las aplicaciones de técnicas de aprendizaje automático como las redes generativas adversariales (GAN por sus siglas en inglés). Para ello se los dividió en dos grupos, uno actuaba como generador de contenidos y el otro, como discriminador de dichos contenidos. Coincidimos con las autoras en que este tipo de abordaje a partir de talleres que fomentan la interacción entre pares y el acceso a diferentes herramientas generativas ayudaría a advertir los peligros éticos en lo que respecta a la producción de medios falsos. Dichas problemáticas conciernen a la difusión de información errónea, la recopilación y distribución de datos, la parcialidad de los conjuntos de datos y la propiedad intelectual o autoría de los productos artísticos.

En síntesis, se desprende que el trabajar estos conceptos teóricos a partir de usos concretos ayudaría a los alumnos a poder distinguir con mayor claridad los contenidos falsos de los reales.

5.3. ChatGPT

En lo que concierne a los estudios sobre IA generativa y ChatGPT, Celik (2023) trató de identificar los factores determinantes de la alfabetización en el área. En su opinión, para utilizar esta tecnología con eficacia, es fundamental poseer conocimientos y competencias en IA. Basándose en esta idea, construyó un modelo de ecuaciones estructurales para comprender los determinantes de dicha alfabetización: las habilidades informáticas, el acceso a las tecnologías y la absorción cognitiva. Finalmente, los resultados mostraron que tanto el grado de acceso a las tecnologías como el pensamiento computacional influía positivamente en la alfabetización en inteligencia artificial.

Al mismo tiempo, Lin Pei et al. (2023) llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo era comparar las respuestas de estudiantes universitarios de la carrera de farmacia con las generadas por el ChatGPT. Los textos fueron evaluados por profesores experimentados mediante una rúbrica de evaluación. Las conclusiones mostraron que el profesorado fue incapaz de diferenciar de forma precisa y consistente la escritura realizada por los estudiantes de la formulada por el chat; en consecuencia, este hecho plantea numerosas preocupaciones.

En esta misma línea, Ternan et al. (2023) afirman que la aparición de ChatGPT ha desencadenado un frenesí de investigación educativa, gran parte del cual se centra en el impacto que esta herramienta puede ocasionar tanto en la evaluación de la escritura y ética académica como en la enseñanza y aprendizaje en términos generales. De esta forma, en el nuevo contexto de digitalización, la alfabetización en IA cobra protagonismo.

En la misma dirección, Grassini (2023) expone que dicha tecnología ha tenido un fuerte impacto en el sector educativo debido a la cuestión del plagio y de la propiedad intelectual de los contenidos. Por ello, desde hace algún tiempo, las instituciones universitarias utilizan aplicaciones de detección de plagio para analizar los trabajos y exámenes de los estudiantes.

Por otro lado, entre los defensores del novedoso chatbot se encuentran Lim et al. (2023), quienes creen que esta tecnología ha conquistado el mundo y sin duda tendrá implicaciones en el futuro, tal es así que la asocian con la educación transformadora. En este sentido, adoptan la postura que sostiene que la IA generativa ha llegado para quedarse y, por lo tanto, requiere un esfuerzo por parte de todos los implicados para reconciliar el gran debate sobre

las implicaciones para el futuro de la educación. Asimismo, Zhihan (2023) estudia la relación entre la IA generativa y el metaverso para concluir que productos como el ChatGPT poseen el potencial para mejorar la experiencia de búsqueda y remodelar la generación de la información. Según Dai (2023), ChatGPT es una innovación que tiene potencial para convertirse en un recurso educativo. Sin embargo, requiere esfuerzos de colaboración entre las partes interesadas para hacer frente a los nuevos y emergentes desafíos. Por su parte, autores como García Peñalvo (2022) creen que resulta importante conocer el potencial y los límites del ChatGPT antes de prohibir su uso en contextos educativos.

A su vez, autores como Yilmaz y Yilmaz (2023) afirman que el ChatGPT puede ser beneficioso para la enseñanza de la programación. Por otra parte, Kohnke et al. (2023) exploran la integración de la IA generativa en la enseñanza del inglés, e investigan las competencias digitales y los conocimientos pedagógicos necesarios para aplicarla en la enseñanza.

En síntesis, los resultados ponen de manifiesto la utilización de ChatGPT como un recurso didáctico para lograr una apropiación creativa por parte de los estudiantes, no obstante, se exige la capacitación para el cuerpo docente.

5.4. Formación docente

La formación docente para el uso de inteligencia artificial es discutida por autores como Kim y Kwon (2023) y de Al Ayanwale et al. (2022), quienes investigaron la alfabetización en IA desde la perspectiva del profesor. Ambos estudios demuestran la necesidad de formar a los docentes para este nuevo contexto, y sostienen que estos deben contar con conocimientos específicos sobre las tecnologías para luego poder trabajar en el aula con ellas. También, indican que resulta fundamental replantearse tanto los planes de estudio como los entornos de aprendizaje y los enfoques pedagógicos. Asimismo, ambas investigaciones enfatizan que el éxito de la educación en IA se encuentra directamente relacionado con la preparación del cuerpo docente. En coincidencia con ellos, Darayseh (2023) investigó los factores que influyen en el uso de la IA en la enseñanza de las ciencias, para lo cual desarrolló un modelo cuyo propósito consistía en descubrir las percepciones de los profesores, con el objeto de proporcionar una base teórica para mejorar el plan de estudios de la disciplina.

5.5. Cuestiones éticas

Un término que aparece con frecuencia en los artículos analizados es el de la ética. En este sentido, Gašević et al. (2023) señalan que surgieron importantes cuestiones sobre el uso de la IA generativa en la educación tras el lanzamiento de ChatGPT y DALL-E en 2022. Según los autores, la adopción de esta tecnología por parte de las instituciones debe tener en cuenta la ética, la propiedad de los datos y la alfabetización.

Por otra parte, Rizvi et al. (2023) revisaron 28 artículos sobre la enseñanza de la IA y el aprendizaje automático en primaria y secundaria. Los autores enfatizan la necesidad de realizar ajustes pedagógicos y, también, la exigencia que existe por reflexionar sobre las cuestiones éticas que involucran su uso. Asimismo, Adams et al. (2023) examinaron las políticas públicas en torno a la IA en el contexto educativo. Este análisis estuvo centrado en las políticas de ética para la educación básica; para ello, consideraron 11 principios, por ejemplo: la transparencia, la justicia, la equidad, la responsabilidad, la alfabetización en IA y el bienestar de los docentes. Del mismo modo, Memorian y Doleck (2023) se propusieron analizar cómo se identifican las nociones de justicia, responsabilidad, transparencia y ética en los estudios del campo a nivel de educación superior. La revisión arrojó que existe un alto crecimiento de los estudios sobre ética desde la aparición de la IA.

Asimismo, Lázaro y De Medeiros (2023) señalan la necesidad de integrar las dimensiones éticas y los valores humanos y sociales en la educación sobre IA; mientras que autores como Zammit et al. (2022) proponen trabajar los conceptos de IA, aprendizaje automático y ética a través de un juego digital llamado ArtBot. Por otra parte, Flores et al. (2023) abordan la IA desde la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) y consideran que la ética es el mayor desafío de la IA en la educación. En palabras de Su y Yang (2023), cuando se trata de ChatGPT, también deben considerarse los aspectos éticos y la seguridad. En efecto, Pereira y Moura (2023) indagan sobre las implicaciones sociales del empleo de las herramientas generativas en la educación, así como sus posibilidades de uso crítico.

Al respecto, resulta interesante lo que señalan Khosravi et al. (2023) acerca de que los avances de la IA han repercutido prácticamente en todos los sectores de la sociedad a pesar de que la mayoría de la gente no posee una comprensión clara de cómo funciona esta tecnología. Por lo tanto, para abordar la cuestión ética, los autores utilizan el concepto de “IA explicable”. De este modo, a través de este concepto, se harían comprensibles las nociones acerca

de modelos matemáticos y aprendizaje automático. Los autores creen que los problemas relacionados con la ética, la justicia y la responsabilidad que abarcan las nuevas tecnologías podrían mitigarse mediante la enseñanza de este concepto que acuñan.

6. CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio permitió identificar importantes especificidades de la IA en el contexto educativo. Se observó que hay diferentes maneras de abordar su enseñanza y proyección, y que esta puede aplicarse a gran variedad de asignaturas y áreas de aprendizaje. Sin embargo, diseñar proyectos de IA aplicables a distintos niveles educativos no resulta una empresa sencilla. A pesar de esto, existen indicios claros de transformaciones en las iniciativas de educación tecnológica respecto de cómo enseñar algunos de sus principios en los distintos niveles escolares.

En lo que respecta a la IA generativa, esta tecnología disruptiva que integra el ChatGPT requiere el conocimiento de sus técnicas y las implicaciones para cada concepto, para entender su funcionamiento. Los artículos analizados dan cuenta de que este aprendizaje puede llevarse a cabo mediante la alfabetización en IA en cualquier nivel educativo, además de que debe realizarse de forma interdisciplinaria. Para ello, los investigadores coinciden en que es preciso considerar las dimensiones éticas y la seguridad de la información. Asimismo, el enfoque pedagógico que suele asociarse a esta asignatura se basa en proyectos y se encuentra centrado en el aprendizaje del estudiante. En este proceso, la intención principal es formar ciudadanos que comprendan la incidencia de la IA en la cultura de la cual forman parte. Por lo tanto, los estudios revisados revelan la necesidad de enseñarla cada vez desde edades más incipientes.

Otra conclusión a la que podemos arribar es que la IA adquiere cada vez más importancia en la vida cotidiana; sin embargo, el conocimiento que el usuario tiene sobre ella sigue siendo limitado, como sostienen Khosravi et al. (2023), en coincidencia con otras investigaciones. Por lo tanto, los problemas relacionados con la ética, la justicia y la responsabilidad que circundan a las tecnologías de inteligencia artificial podrían mitigarse mediante la IA explicable, y esto se alcanzaría mediante la alfabetización en esta área emergente. Por consiguiente, algunos gobiernos ya se encuentran analizando la forma de incluirla en el sistema escolar desde niveles iniciales. En este sentido, es esencial abordar no solamente la cuestión técnica, sino también la ética, que a menudo se pasa por alto. En otras palabras, el tratamiento de la IA en el contexto educativo no responde meramente a una cuestión de tecnología que

implica el estudio del *hardware* y *software*, sino que también debe atender a la ética de forma integral, lo cual puede alcanzarse a través de acuerdos de índole global. Un claro ejemplo de esto es la iniciativa de la Unesco (2021) a través de la Declaración de los principios éticos en el uso de dichas herramientas disruptivas.

Para finalizar, las actividades educativas relacionadas con la alfabetización en IA en las escuelas suelen estar dirigidas a las habilidades técnicas; sin embargo, los desafíos de este aprendizaje también son éticos y requieren un enfoque interdisciplinario y crítico. En coincidencia con Touretzky et al. (2019), actualmente, resulta importante debatir cómo se debe trabajar la educación en esta disciplina, tanto en la escolaridad primaria como en la secundaria, no solo para lograr que la población comprenda el significado de las tecnologías con las que interactúa sino también, y fundamentalmente, para formar a la próxima generación de investigadores.

Por todo lo expuesto anteriormente, se evidencia la urgencia de alfabetizar en el campo de la inteligencia artificial desde la escuela primaria, de incluirla como disciplina obligatoria en los planes de estudio y acompañarla de capacitaciones como política de formación continua para los docentes de todas las áreas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, C., Pente, P., Lermeyer, G., & Rockwell, G. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100131.
- Ali, S., DiPaola, D., & Breazeal, C. (2021). What are GANs?: introducing generative adversarial networks to middle school students. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* 35 (17), 15472-15479.
- Allende-Cid, H., Zamora, J., Alfaro-Faccio, P., & Alonso-Sánchez, M. F. (2019). A machine learning approach for the automatic classification of schizophrenic discourse. *IEEE Access*, 7, 45544-45553.
- Anderson, J., Huang, Q., Krichene, W., Rendle, S., & Zhang, L. (2020). Superbloom: Bloom filter meets transformer. *arXiv preprint arXiv:2002.04723*.
- Araújo, C. F. (2021). *A aplicação da inteligência artificial no customer journey digital: indústria da moda* [Tesis de maestría, Iscte - Instituto Universitário de Lisboa]. Repositório do Iscte. <http://hdl.handle.net/10071/22402>

- Ayanwale, M. A., Sanusi, I. T., Adelana, O. P., Aruleba, K. D., & Oyelere, S. S. (2022). Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100099.
- Camada, M., & Durães, G. (2020). Ensino da Inteligência Artificial na Educação Básica: um novo horizonte para as pesquisas brasileiras. En *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (pp. 1553-1562). SBC. <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.1553>
- Carolus, A., Augustin, Y., Markus, A., & Wienrich, C. (2023). Digital interaction literacy model—Conceptualizing competencies for literate interactions with voice-based AI systems. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100114.
- Castillejos López, B. (2022). Inteligencia artificial y los entornos personales de aprendizaje: atentos al uso adecuado de los recursos tecnológicos de los estudiantes universitarios. *Educación*, 31(60), 9-24. <https://doi.org/10.18800/educacion.202201.001&>
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468.
- Chomsky, N., Roberts, I., & Watumull, J. (2023). The False Promise of ChatGPT. *Opinion, The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2023/03/08/opinion/noam-chomsky-chatgpt-ai.html>
- Dai, Y., Liu, A., & Lim, C. P. (2023). *Reconceptualizing ChatGPT and generative AI as a student-driven innovation in higher education*. Al Darayseh, A. (2023). Acceptance of artificial intelligence in teaching science: Science teachers' perspective. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100132.
- Flores-Vivar, J., & García-Peñalvo, F. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar*, 74(30), 37-47. <https://www.revistacomunicar.com/index.php?contenido=detalles&numero=74&articulo=74-2023-03>
- García-Peñalvo, F. J. (2023). La percepción de la Inteligencia Artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: disrupción o pánico. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e31279-e31279.
- Gašević, D., Siemens, G., & Sadiq, S. (2023). Empowering learners for the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100130.
- Géron, A. (2019). *Mãos à Obra: Aprendizado de Máquina com Scikit-Learn & TensorFlow*. Alta Books.

- Grassini, S. (2023). Shaping the future of education: exploring the potential and consequences of AI and ChatGPT in educational settings. *Education Sciences*, 13(7), 692.
- Hernández González, L., & Soberanes Martín, A. (2024). Modelo de obtención de datos de los principales Sistemas de Gestión del Aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (33), <https://doi.org/10.24215/18509959.33.e1>.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ª ed.). McGraw Hill.
- Hornberger, M., Bewersdorff, A., & Nerdel, C. (2023). What do university students know about Artificial Intelligence? Development and validation of an AI literacy test. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100165.
- Kajiwara, Y., Matsuoka, A., & Shinbo, F. (2023). Machine learning role playing game: Instructional design of AI education for age-appropriate in K-12 and beyond. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100162.
- Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Tsai, Y-S., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., & Gašević, D. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>
- Kim, K., & Kwon, K. (2023). Exploring the AI competencies of elementary school teachers in South Korea. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100137.
- Kohnke, L., Moorhouse, B. L., & Zou, D. (2023). Exploring generative artificial intelligence preparedness among university language instructors: A case study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100156.
- Kong, S. C., Cheung, W. M. Y., & Zhang, G. (2023). Evaluating an artificial intelligence literacy programme for developing university students' conceptual understanding, literacy, empowerment and ethical awareness. *Educational Technology & Society*, 26(1), 16-30.
- Laupichler, M. C. Aster, A., Schirch, J., & Raupach, T. (2022), Artificial intelligence literacy in higher and adult education: A scoping literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100101>
- Lázaro, E. & De Medeiros, L. (2023). *Artificial Intelligence in Education: Challenges and Ethical Implications for the School Environment*. https://www.researchgate.net/publication/372134092_Artificial_Intelligence_in_Education_Challenges_and_Ethical_Implications_for_the_School_Environment.
- Lee, I., Ali, S., Zhang, H., DiPaola, D., & Breazeal, C. (2021). Developing middle school students' AI literacy. In *Proceedings of the 52nd ACM technical symposium on computer science education* (pp. 191-197).

- Lim, W.M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023) AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators, *The International Journal of Management Education*, 21(2) <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>.
- Lin Pei, Y., Ching S., Morris S., Jong, B., Yun, D., Yanmei, G., & Jianjun, Q. (2021) Modeling the structural relationship among primary students' motivation to learn artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence* 2.
- Lu, W. Y., & Fan, S. C. (2023). Developing a weather prediction project-based machine learning course in facilitating AI learning among high school students. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100154.
- Luckin, R. (2017). Towards artificial intelligence-based assessment systems, Nature Human Behaviour, *Nature*, 1(3),1-3.
- Lv, Z. (2023). Generative artificial intelligence in the metaverse era. *Cognitive Robotics*.
- Madureira, L. S. (2023). Compreendendo o conceito de robótica pedagógica a partir de concepções ligadas à cibernética. *Revista Acervo Educacional*, 5, <https://doi.org/10.25248/rae.e12591.2023>
- Martins Ramos, A.S. (2023) Inteligência Artificial Generativa baseada em grandes modelos de language. ferramentas de uso na pesquisa acadêmica, *SciELO Preprints*. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.6105>
- Memorian, B., & Doleck, T. (2023). Fairness, Accountability, Transparency, and Ethics (FATE) in Artificial Intelligence (AI), and higher education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100152.
- Mertala, P., Fagerlund, J., & Calderon, O. (2022). Finnish 5th and 6th grade students' pre-instructional conceptions of artificial intelligence (AI) and their implications for AI literacy education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100095.
- Mühling, A., & Große-Böling, G. (2023). Novices' conceptions of machine learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100142.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco)(Ed.) (2021). International Forum on AI and the futures of education developing competencies for the AI era. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377251>
- Pereira, I. S. D. y Moura, S. A. (2023) O uso crítico da Inteligência Artificial Generativa (IAG) na Educação. *Anais do XV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica, Campos dos Goytacazes*. <https://proceedings.science/confict-conpg/confict-conpg-2023/trabalhos/o-uso-critico-da-inteligencia-artificial-generativa-iag-na-educacao?lang=pt-br>

- Perrotta, C. y Selwyn, N. (2020). Deep learning goes to school: toward a relational understanding of AI in education. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 251-260. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1686017>
- Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., & Sutskever, I. (2018). *Improving language understanding by generative pre-training*.
- Rizvi, S., Waite, J., & Sentance, S. (2023). Artificial Intelligence teaching and learning in K-12 from 2019 to 2022: A systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100145.
- Sanusi, I. T., Olaleye, S. A., Agbo, F. J., & Chiu, T. K. (2022). The role of learners' competencies in artificial intelligence education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100098.
- Selwyn, N., Rivera-Vargas, P., Passeron, E., & Miño-Puigcercos, R. (2022). ¿Por qué no todo es ni debe ser digital? Interrogantes para pensar sobre digitalización, datificación e inteligencia artificial en educación. En P. Rivera-Vargas, R. Miño-Puigcercos, & E. Passeron (Eds.), *Educación con sentido transformador en la universidad* (pp. 137-147). Octaedro. <https://doi.org/10.31235/osf.io/vx4zr>
- Southworth, J., Migliaccio, K., Glover, J., Reed, D., McCarty, C., Brendemuhl, J., & Thomas, A. (2023). Developing a model for AI Across the curriculum: Transforming the higher education landscape via innovation in AI literacy. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100127.
- Steele, J. L (2023). To GPT or not GPT? Empowering our students to learn with AI, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100160>
- Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial intelligence (AI) literacy in early childhood education: The challenges and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100124.
- Su, J., & Yang, W. (2023). Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100049>.
- Su, J., Zhong, Y., & Ng, D. T. K. (2022). A meta-review of literature on educational approaches for teaching AI at the K-12 levels in the Asia-Pacific region. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100065.
- Tavares, L. A., Meira, M. C., & Amaral, S. F. do. (2020). Inteligência Artificial na Educação: Survey / Artificial Intelligence in Education: Survey. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 48699-48714. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-496>

- Tiernan, P., Costello, E., Donlon, E., Parysz, M., & Scriney, M. (2023). Information and Media Literacy in the Age of AI: Options for the Future. *Education Sciences*, 13(9), 906.
- Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know about AI? *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33(01), 9795-9799. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>
- Tramallino, C. P., & San Martín, P. S. (2023). Hacia la co-construcción de un dispositivo hipermedial dinámico para el proceso de escritura de artículos científicos en español de estudiantes de postgrado. *Lengua y Sociedad*, 22(2), 261-282.
- Vicari, M. R. (2018). *Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030* (Sumário executivo). Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. <https://www2.fiescnet.com.br/web/uploads/recursos/d1dbf03635c1ad8ad3607190f17c9a19.pdf>
- Wang, B., Rau, P.L.P., & Yuan, T. (2022). Measuring user competence in using artificial intelligence: validity and reliability of artificial intelligence literacy scale. *Behaviour & Information Technology*, 42(9), 1324-1337. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2072768>
- Yang, W. (2022). Artificial Intelligence education for young children: Why, what, and how in curriculum design and implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100061.
- Yetisensoy, O., & Rapoport, A. (2023). Artificial Intelligence Literacy Teaching in Social Studies Education. *Journal of Pedagogical Research*, 7(3), 100-110.
- Yilmaz, R., & Yilmaz, F. G. K. (2023). The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100147.
- Yu, Y., & Chen, Y. (2018) Design and Development of High School Artificial Intelligence Textbook Based on Computational Thinking. *Open Access Library Journal*. <https://doi.org/10.4236/oalib.1104898>.
- Zammit, M., Voulgari, I., Liapis, A., & Yannakakis, G. N. (2022, June). Learn to Machine Learn via Games in the Classroom. *Frontiers in Education*, 7 p. 913530.

Roles de autor: **Tramallino, C.**: Conceptualización, Escritura – Revisión y edición, Visualización, Supervisión, Administración del proyecto. **Zeni, A.**: Metodología, Curación de datos, Escritura – Borrador original.

Cómo citar este artículo: Tramallino, C., & Marize Zeni, A. (2024), Avances y discusiones sobre el uso de inteligencia artificial (IA) en educación, *Educación*, XXXIII(64),29-54. <https://doi.org/10.18800/educacion.202401.M002>

Primera publicación: 19 de marzo de 2024.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0), que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.