



Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación

A systematic review of the use of artificial intelligence in education

Matilde Bolaño-García, PhD¹ , Nixon Duarte-Acosta, Mg² 

1 Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

2 Corporación Universitaria Remington, Medellín, Colombia.

Trabajo presentado en el Cuarto Congreso Internacional Sudamericano de Ingeniería Industrial y Gestión de Operaciones. Mayo de 2023, Lima, Perú.

Resumen

Introducción. El uso de la inteligencia artificial (IA) en la educación ha sido objeto de una creciente atención en los últimos años. La IA se ha utilizado para mejorar la personalización del aprendizaje, la retroalimentación y la evaluación de los estudiantes. Sin embargo, también hay desafíos y limitaciones asociados. El objetivo de este trabajo fue identificar las principales tendencias y áreas de aplicación de la inteligencia artificial en la educación, así como analizar los beneficios y limitaciones de su uso en este ámbito.

Métodos. Se llevó a cabo una revisión sistemática que exploró el empleo de la inteligencia artificial en el ámbito educativo. Esta revisión siguió una metodología de investigación basada en la búsqueda de literatura, compuesta por cinco etapas. La investigación se realizó utilizando Scopus como fuente de consulta primaria y se empleó la herramienta VOSviewer para analizar los resultados obtenidos.

Resultados. Se encontraron numerosos estudios que investigan el uso de la IA en la educación. Los resultados sugieren que la IA puede mejorar significativamente la personalización del aprendizaje, proporcionando recomendaciones de actividades y retroalimentación adaptadas a las necesidades individuales de cada estudiante.

Conclusiones. A pesar de las ventajas del uso de la IA en la educación, también hay desafíos y limitaciones que deben abordarse, como la calidad de los datos utilizados por la IA, la necesidad de capacitación para educadores y estudiantes, y las preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos de los estudiantes. Es importante seguir evaluando los efectos del uso de la IA en la educación para garantizar su uso efectivo y responsable.

Palabras clave: inteligencia artificial; programas informáticos; educación; aprendizaje; retroalimentación formativa; evaluación educacional.

Fecha de recibido: 05/03/2023 - Fecha de aceptación: 27/07/2023 - Publicación en línea: 15/09/2023

Correspondencia: Matilde Bolaño-García, Calle 32 N° 22-08, Universidad del Magdalena, Santa Marta -Colombia. Teléfono: 3114383687

Dirección electrónica: mbolano@unimagdalena.edu.co; matilde.bolano@gmail.com

Citar como: Bolaño-García M, Duarte-Acosta N. Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación.

Rev Colomb Cir. 2024;39:51-63. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>

Este es un artículo de acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons - BY-NC-ND <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

Abstract

Introduction. The use of artificial intelligence (AI) in education has been the subject of increasing attention in recent years. AI has been used to improve personalized learning, feedback, and student assessment. However, there are also challenges and limitations. The aim of this study was to identify the main trends and areas of application of artificial intelligence in education, as well as to analyze the benefits and limitations of its use in this field.

Methods. A systematic review was carried out on the use of artificial intelligence in education, using a literature search research methodology with five stages, based on the Scopus query and the tool for analyzing results with VOSviewer.

Results. Numerous studies investigating the use of AI in education were found. The results suggest that AI can significantly improve personalized learning by providing activity recommendations and feedback tailored to the individual needs of each student.

Conclusions. Despite the advantages of using AI in education, there are also challenges and limitations that need to be addressed, such as the quality of data used by AI, the need for training for educators and students, and concerns about the privacy and security of student data. It is important to continue evaluating the effects of AI use in education to ensure its effective and responsible use.

Keywords: artificial intelligence; software; education; learning; formative feedback; educational measurement.

Introducción

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado tener un impacto significativo en diversos campos, incluida la educación, generando sustanciales cambios en la enseñanza¹. Se han realizado numerosas investigaciones sobre la aplicación de la IA en el ámbito educativo, desde el diseño de sistemas de tutoría inteligentes hasta el análisis de grandes conjuntos de datos para mejorar el aprendizaje, como es el caso del "Informe del Horizonte NMC: Edición Museo 2015", que destaca las tendencias emergentes en el uso de la tecnología en los museos y su impacto en la educación². También se han explorado los desafíos éticos asociados con el avance de la IA³, destacando la importancia de abordar estos problemas en el contexto educativo.

En el ámbito específico de los sistemas educativos basados en la web semántica, Bittencourt y colaboradores⁴ propusieron un modelo computacional que permite el desarrollo de sistemas educativos inteligentes basados en la web semántica. Además, la interfaz SMILI⁵ proporciona un marco para acceder a datos de aprendizaje en modelos de aprendices abiertos. Una revisión

exhaustiva del uso de la IA en la educación realizada por Chen L⁶ destaca las aplicaciones actuales y futuras de la IA en el ámbito educativo.

A medida que la IA se vuelve más prominente en la educación, también es necesario abordar las brechas teóricas y de aplicación⁷. La predicción temprana del fracaso académico de los estudiantes en cursos introductorios de programación ha sido abordada mediante el uso de técnicas de minería de datos educativos⁸. Además, se ha investigado el desarrollo de sistemas de tutoría inteligentes en el ámbito de la electricidad y la electrónica⁹. La IA también ha desempeñado un papel en la interacción entre humanos y agentes pedagógicos, como lo discuten Johnson y Lester¹⁰. Se ha explorado la aplicación de la IA en todos los niveles de la educación, desde preescolar hasta la educación universitaria¹¹, con los cursos masivos en línea abiertos (MOOC, por sus siglas en inglés)¹².

En resumen, el uso de la IA en la educación tiene el potencial de transformar la experiencia de aprendizaje al proporcionar una experiencia personalizada y de mejorar la eficiencia administrativa. Sin embargo, es importante abordar los desafíos y limitaciones asociados con el uso de

la IA en la educación para garantizar su éxito a largo plazo. Se requiere una mayor investigación y desarrollo para mejorar la calidad de los datos utilizados por la IA y abordar las preocupaciones éticas y sociales relacionadas con su uso en la educación. El objetivo de este estudio fue identificar las principales tendencias y áreas de aplicación de la inteligencia artificial en la educación, así como analizar los beneficios y limitaciones de su uso en este ámbito.

Métodos

Se utilizó una metodología de investigación cualitativa, basada en la búsqueda de literatura compuesta en 5 etapas. En la primera etapa se realizó la identificación del campo de estudio como “inteligencia artificial en la educación”, sin restricción en el periodo a analizar. En la segunda etapa se eligió Scopus como fuente de información, por ser una base de datos robusta y confiable, considerada como una de las bases de datos bibliográfica más grandes de literatura revisada por pares, que incluye revistas científicas, libros y publicaciones de conferencias. En la tercera etapa se hizo la búsqueda de acuerdo con la ecuación: TITLE-ABS-KEY (“Artificial Intelligence in Education”), la cual arrojó un total de 377 publicaciones a la fecha. En la etapa cuatro se hizo la gestión y depuración de los resultados obtenidos utilizando la herramienta de análisis de resultados de búsqueda de Scopus, VOSviewer y Excel. Por último, en la quinta etapa, se analizaron los resultados.

Estado del arte

Retroalimentación en tiempo real

La retroalimentación en tiempo real es una aplicación prometedora de la inteligencia artificial en la educación. La inteligencia artificial ofrece retroalimentación inmediata y personalizada a los estudiantes, mejorando su proceso de aprendizaje. La retroalimentación en tiempo real es esencial para un aprendizaje efectivo y ha demostrado mejorar el rendimiento estudiantil en diversos contextos¹³. Adicionalmente es valiosa durante actividades de práctica y resolución

de problemas, ya que permite a los estudiantes recibir comentarios inmediatos y ajustar su desempeño en consecuencia; también se personaliza según las necesidades y habilidades individuales de los estudiantes.

La inteligencia artificial analiza su desempeño y ofrece retroalimentación específica y relevante para abordar sus fortalezas y debilidades, lo que ayuda a mejorar su comprensión del material y mantener su motivación para aprender¹⁴.

Asimismo, la retroalimentación en tiempo real beneficia a los profesores, quienes pueden evaluar el desempeño de los estudiantes y brindar orientación y apoyo adicional, además de monitorear el progreso de los estudiantes y realizar ajustes en la enseñanza para atender mejor sus necesidades.

Relevancia de la personalización del aprendizaje

La personalización del aprendizaje es una práctica educativa que se centra en ajustar el material de enseñanza según las necesidades, intereses y habilidades únicas de cada estudiante, con el propósito de mejorar su aprendizaje y rendimiento académico, siendo esencial en un mundo donde la diversidad de estudiantes es una realidad. Cada estudiante tiene un conjunto único de características, habilidades y desafíos.

La personalización del aprendizaje reconoce y abraza esta diversidad al permitir que cada estudiante tenga una experiencia educativa adaptada a sus necesidades individuales. Esto puede conducir a una mayor retención de conocimientos y una comprensión más profunda de los conceptos. La personalización del aprendizaje promueve la motivación y el compromiso de los estudiantes al ofrecerles la flexibilidad de elegir actividades y enfoques que se ajusten a sus preferencias. Esta adaptación continua es esencial para mantener el interés de los estudiantes y garantizar su participación activa.

Adicionalmente la IA puede automatizar tareas administrativas y de evaluación, liberando tiempo para los educadores para centrarse en la interacción directa, proporcionando recomendaciones personalizadas a los estudiantes y en tiempo real.

Actualmente, existen diversas aplicaciones de IA que ofrecen personalización del aprendizaje en distintos niveles educativos. Por ejemplo, en la educación primaria y secundaria, existen plataformas de IA que emplean juegos educativos y cuestionarios para evaluar el nivel de conocimiento de los estudiantes y adaptar el contenido de enseñanza a sus necesidades específicas. En la educación superior, algunas universidades utilizan sistemas de IA para analizar los patrones de comportamiento de los alumnos y generar recomendaciones de cursos y asignaturas que se ajusten a sus intereses y habilidades.

Un caso de plataforma de IA destinada a la personalización del aprendizaje es ScribeSense, una herramienta que transcribe automáticamente las clases en línea, lo que facilita a los estudiantes la revisión de las lecciones y la búsqueda de información clave en el contenido de video y audio.

Otro caso es Pear Deck una plataforma que crea presentaciones interactivas y personalizables, y permite a los educadores involucrar a los estudiantes en tiempo real a través de preguntas y encuestas, lo que facilita una participación activa y un aprendizaje interactivo. Finalmente, Quillionz es una herramienta de generación automática de preguntas que utiliza IA para elaborar cuestionarios basados en texto; los educadores pueden utilizarla para generar preguntas de evaluación de lectura y comprensión en cuestión de segundos.

Identificación de estudiantes en riesgo de abandono escolar

El abandono escolar es una preocupación importante en los sistemas educativos a nivel mundial, porque afecta a numerosos estudiantes en diferentes países. Para enfrentar este problema, la inteligencia artificial ha demostrado ser una herramienta eficaz en la identificación temprana de aquellos estudiantes que corren el riesgo de abandonar la escuela.

Una manera en que la inteligencia artificial puede contribuir a la identificación de estudiantes en riesgo de abandono escolar es a través del análisis de grandes volúmenes de datos, tales como calificaciones, asistencia, comportamiento en clase y otros factores que pueden influir en el

desempeño académico. Utilizando algoritmos de aprendizaje automático, la inteligencia artificial puede detectar patrones en estos datos y predecir cuáles estudiantes tienen mayor probabilidad de abandonar la escuela.

Además, la inteligencia artificial puede brindar a los educadores herramientas para intervenir de manera temprana con aquellos estudiantes que muestran señales de abandono escolar. Los sistemas de inteligencia artificial pueden alertar a los profesores acerca de los estudiantes que requieren atención adicional y proporcionar recomendaciones específicas sobre las intervenciones apropiadas para ayudar a estos estudiantes a tener éxito académico y evitar el abandono escolar.

Un estudio realizado en China por Tasnim¹⁵ demostró que la utilización de inteligencia artificial para identificar a los estudiantes en riesgo de abandono escolar tuvo un impacto positivo en la retención de los estudiantes en la escuela. Lo anteriormente mencionado va en sintonía con lo expuesto por Parra¹⁶ quien ratifica la importancia de la tecnología, en especial la inteligencia artificial, para facilitar la permanencia de estudiantes en la educación superior, lo cual se refleja no solo en el desarrollo académico; la variable social se fortalece al tener profesionales cualificados y con una formación enmarcada en las necesidades particulares del contexto.

Revolucionando la educación: el potencial de la inteligencia artificial en el apoyo a los educadores

La inteligencia artificial avanza de forma exponencial, la educación es uno de los cánones que mayor potencial ve en estos saltos evolutivos de la IA, esto potencia la innovación educativa, permitiendo un mayor desarrollo de las competencias investigativas, lo cual realiza sinergia en muchas en las actividades del educador^{17,18}. Una de las aplicaciones más destacadas de la IA es la asistencia a los educadores en la realización de sus tareas diarias, automatizando las tareas administrativas y de evaluación, como la corrección automática de pruebas, la organización de horarios y la generación de informes de progreso

de los estudiantes, lo que les permite dedicar más tiempo a la enseñanza y a la interacción con los estudiantes¹⁹⁻²¹.

Con el uso de sistemas de aprendizaje automático y análisis de datos, la IA puede evaluar el progreso y los patrones de aprendizaje de los estudiantes y proporcionar recomendaciones personalizadas para ayudar a los educadores a crear planes de enseñanza adaptados a las necesidades de cada estudiante^{22, 23}. El sistema de tutoría inteligente (ITS) es un sistema de IA que ha sido utilizado en la educación para proporcionar retroalimentación y apoyo personalizado a los estudiantes^{24,25}.

Beneficios, desafíos y consideraciones éticas

La praxis pedagógica y sus procesos de enseñanza y aprendizaje se han visto beneficiados de múltiples maneras con el desarrollo de la Inteligencia Artificial, permitiendo así, que la dinámica académica se ajuste a los cambios políticos, culturales, sociales y económicos que exige una formación ajustada a la realidad²⁶. Sin embargo, su implementación presenta desafíos y limitaciones que deben ser considerados para garantizar un uso adecuado y efectivo.

Uno de los principales desafíos es la calidad de los datos que se utilizan para el análisis y la retroalimentación²⁷. Para que la IA proporcione recomendaciones personalizadas y precisas, los datos deben ser recopilados de manera adecuada y representativos de los estudiantes. Si los datos no son precisos o relevantes, la IA puede proporcionar retroalimentación incorrecta o inefectiva, lo que puede afectar negativamente la educación de los estudiantes.

Por otro lado, algunos educadores pueden sentirse incómodos con la automatización de ciertas tareas y la dependencia de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje^{28,29}. La IA puede hacer que los educadores se sientan inseguros sobre su propio papel en la educación y temiendo que la IA sustituya la interacción humana necesaria para una educación de calidad.

La inversión en tecnología de IA puede ser demasiado costosa para algunas instituciones

educativas, al requerir de recursos técnicos y humanos para su implementación y mantenimiento, por lo tanto, puede limitar su adopción.

En cuanto a las limitaciones, una de las principales es la falta de comprensión de los algoritmos utilizados por la IA. Muchos educadores y estudiantes no comprenden cómo funcionan los algoritmos de la IA y cómo se utilizan los datos recopilados para generar recomendaciones. Esto puede llevar a una falta de confianza en la IA y, en última instancia, a una disminución en su efectividad. Por otro lado, la recopilación de datos personales y la implementación de la IA en la educación puede generar preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos de los estudiantes, especialmente si estos datos son compartidos o vendidos a terceros³⁰.

A pesar de estos desafíos y limitaciones, la IA sigue siendo una herramienta valiosa para mejorar la educación. La clave para su implementación exitosa es abordar estos desafíos y limitaciones de manera efectiva y garantizar la transparencia y la ética en su uso^{31,32}.

Resultados

De acuerdo con nuestra ecuación de búsqueda, en 1976 se publicó el primer artículo sobre IA y educación; el promedio de publicación hasta 2010 fue de 1,2 artículos por año, entre 2011 y 2020 pasó a 12,7 artículos por año, y desde el 2021 hasta lo corrido de 2023 el promedio de publicaciones ascendió a 69 artículos (Figura 1).

Entre los 10 países con el mayor número de documentos publicados, se encuentran Estados Unidos en el primer lugar con 64 publicaciones, China en el segundo lugar con 53 publicaciones y Reino Unido en el tercer lugar con 42 publicaciones (Figura 2).

Los artículos identificados abordan temas generales sobre la aplicación de la inteligencia artificial en la educación, algunos se enfocan en la revisión sistemática de estudios sobre el uso de la IA en la educación superior y en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM), mientras que otros presentan marcos conceptuales para entender el papel de la IA en el sistema educativo.

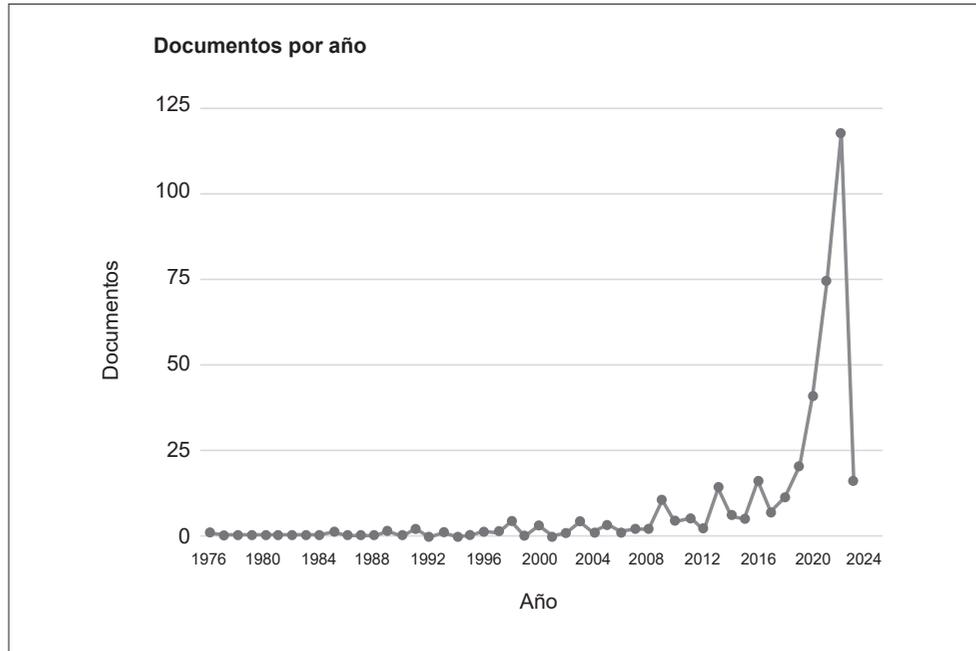


Figura 1. Número de publicaciones por año. Fuente: Scopus.

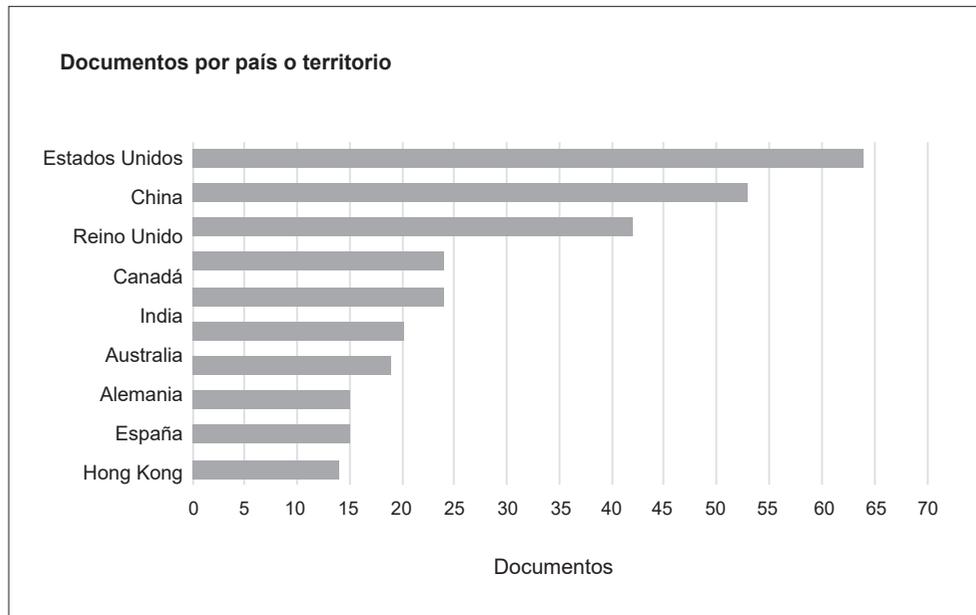


Figura 2. Países con mayor número de publicaciones. Fuente: Scopus.

En general, los temas comunes incluyen el análisis de los beneficios y desafíos del uso de la IA en la educación, la identificación de los factores críticos de éxito y la exploración de nuevas oportunidades y posibilidades que ofrece la IA para la mejora de la educación.

Adicionalmente, investigan temas relacionados con la educación y el aprendizaje. Tratan diferentes aspectos del uso de la inteligencia artificial en la educación, ya sea en la creación de tutores inteligentes, en la organización de problemas de aprendizaje, en la implementación de juegos competitivos para mejorar el aprendizaje, o en la reflexión ética y comunitaria necesaria para un marco general de la inteligencia artificial en la educación. En general, los artículos abordan la necesidad de un enfoque interdisciplinario para enfrentar los desafíos y oportunidades en el uso de la inteligencia artificial en la educación.

Entre los autores más productivos (Figura 3), un punto en común que se destaca es que consideran la IA como una oportunidad para impulsar el desarrollo y la producción de bienes y servicios, abarcando una amplia gama de campos, lo que explica su creciente popularidad. En relación con

esto, los trabajos analizados muestran una tendencia constante hacia la visión de un futuro en el que la IA desempeña un papel fundamental. Estos hallazgos se pueden examinar en mayor detalle en la Tabla 1, donde los títulos de los trabajos ofrecen una amplia gama de posibilidades de interpretación y permiten deducir cuáles son los objetivos específicos de los estudios.

Los artículos más citados destacan el potencial de la IA para transformar la forma de enseñar y aprender, pero también los desafíos de integrarla de manera efectiva, sin perder de vista el papel central de los educadores. Se exploran áreas como la predicción temprana del fracaso académico en cursos de programación mediante técnicas de minería de datos, así como el uso de la IA para respaldar el aprendizaje colaborativo y los debates electrónicos. Es crucial fomentar la colaboración entre expertos en IA y profesionales de la educación para aprovechar al máximo el potencial de la IA en la mejora del proceso educativo.

También analizan el uso de la IA en los cursos masivos abiertos en línea (MOOC). Si bien los MOOC tienen el potencial de llegar a una gran audiencia, existen desafíos relacionados

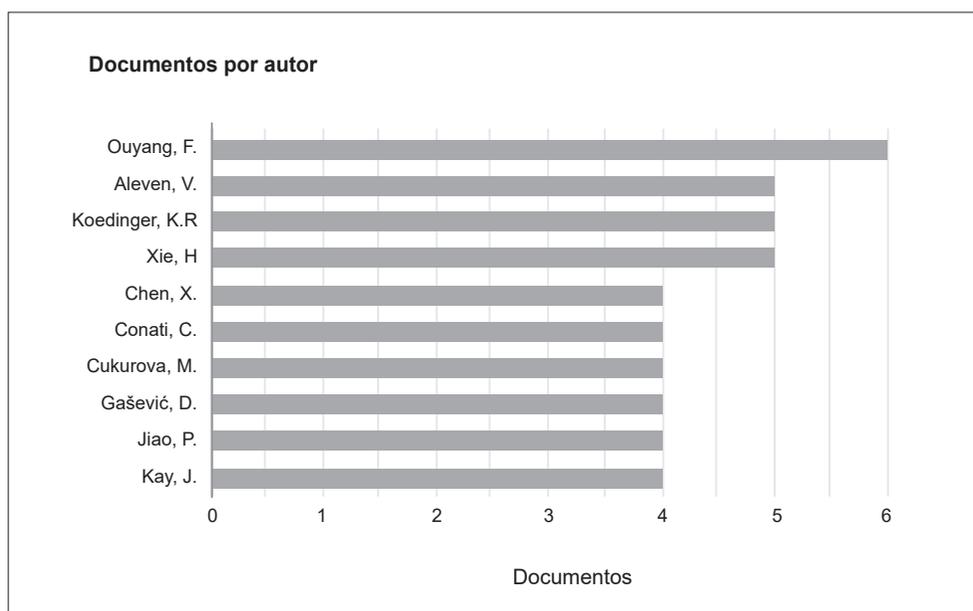


Figura 3. Autores con mayor número de artículos publicados. Fuente: Scopus.

Tabla 1. Veinte publicaciones sobre el uso de la inteligencia artificial en la educación más citadas

Título del documento	Año	# Citas
Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education - where are the educators? ³³	2019	328
Evaluating the effectiveness of educational data mining techniques for early prediction of students' academic failure in introductory programming courses ⁸	2017	240
Evolution and revolution in artificial intelligence in education ²	2016	201
MOOCs: So many learners, so much potential ¹²	2013	163
Artificial intelligence in education: A review ⁶	2020	147
Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education ³⁴	2020	141
Letting artificial intelligence in education out of the box: Educational cobots and smart classrooms ³⁵	2016	141
Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education ⁷	2020	133
STyLE-OLM: Interactive open learner modelling ³⁶	2003	132
Face-to-face interaction with pedagogical agents, twenty years later ¹⁰	2016	108
SMILI: A framework for interfaces to learning data in open learner models, learning analytics and related fields ⁵	2016	95
A computational model for developing semantic web-based educational systems ⁴	2009	77
BEETLE II: Deep natural language understanding and automatic feedback generation for intelligent tutoring in basic electricity and electronics ⁹	2014	71
Supporting collaborative learning and e-discussions using artificial intelligence techniques ³⁷	2010	71
Knowledge elicitation methods for affect modelling in education ²⁴	2013	67
Building domain ontologies from text for educational purposes ³⁸	2008	67
Technology support for discussion based learning: from computer supported collaborative learning to the future of Massive Open Online Courses ³⁹	2016	64
Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible ⁴⁰	2021	63
Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university ¹¹	2016	59

Fuente: Propia de los autores.

con garantizar que los alumnos reciban atención y comentarios personalizados. Otros artículos se centran en los aspectos técnicos de la IA en la educación, incluido el desarrollo de sistemas educativos basados en web semántica y ontologías de dominio a partir de texto. Además, se explora el potencial de la IA para apoyar la formación quirúrgica y médica.

Un tema recurrente es la importancia de la IA centrada en el ser humano en la educación. La IA no debe reemplazar a los educadores humanos, sino apoyar y mejorar sus esfuerzos. En última instancia, los artículos revisados destacan los muchos beneficios potenciales de la IA en la educación, pero también reconocen la necesidad de una investigación y colaboración continuas entre educadores y expertos en IA.

Finalmente, se identificaron tres grupos o “cluster” que corresponden a palabras clave relacionadas con “el uso de la inteligencia artificial en la educación” y se agruparon en temas afines que representan los frentes o líneas de investigación identificados. La Figura 4 muestra la relación existente entre los grupos:

- Inteligencia artificial (en rojo): esta línea de investigación se centra en aspectos de la IA relacionados con el *e-learning*, tecnologías en educación, toma de decisiones, aspectos filosóficos, ética tecnológica, maestros, calificaciones, aprendizaje adaptativo, procesamiento de lenguaje natural, entre otros.
- Educación (en verde): esta línea de investigación se centra en aspectos como aprendizaje

para una educación efectiva. También puede haber preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos de los estudiantes.

A pesar de estos desafíos, la IA sigue siendo una herramienta valiosa en la educación, con el potencial de mejorar la eficiencia y efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje⁴¹. La explotación del potencial de la inteligencia artificial en la educación requiere enfrentar sus desafíos y limitaciones de manera efectiva, asegurando la transparencia y la ética en su aplicación. En un futuro cercano, la IA transformará radicalmente nuestro mundo, introduciendo nuevos métodos de realizar tareas, reemplazando numerosos empleos y alterando la práctica de diversas profesiones y oficios⁴².

Así, llegamos a listar las siguientes conclusiones:

- El uso de la IA en la educación debe ser cuidadosamente considerado y gestionado, y debe ser parte de una estrategia integral para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si se abordan los desafíos y limitaciones de manera efectiva y se garantiza la transparencia y la ética en su uso, la IA puede ser una herramienta valiosa para mejorar la educación y preparar a los estudiantes para el futuro.
- La inteligencia artificial tiene el potencial de transformar la educación al ayudar a los educadores a identificar a los estudiantes en riesgo de abandono escolar y proporcionar intervenciones específicas para ayudar a estos estudiantes a tener éxito académico y permanecer en la escuela. Al hacerlo, la inteligencia artificial puede mejorar los resultados educativos y reducir las tasas de abandono escolar, lo que beneficiará a los estudiantes, los educadores y la sociedad en general.
- La inteligencia artificial ofrece un gran potencial para mejorar la eficiencia y la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación, al proporcionar una retroalimentación personalizada y adaptativa a los estudiantes.
- A pesar de los desafíos y limitaciones que presenta la implementación de la inteligencia

artificial en la educación, es importante abordarlos de manera efectiva para garantizar su uso adecuado y ético.

- La inteligencia artificial puede mejorar la accesibilidad a la educación para las personas con discapacidades y las comunidades marginadas, al ofrecer soluciones personalizadas y adaptativas que se ajusten a sus necesidades específicas.
- Es necesario un enfoque equilibrado y crítico en la implementación de la inteligencia artificial en la educación, para garantizar que los educadores y los estudiantes entiendan los beneficios y los límites de esta tecnología y puedan utilizarla de manera efectiva para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por tanto, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar políticas y estrategias claras para la integración de la IA en la educación, que incluyan la identificación de objetivos claros y la evaluación de los beneficios y riesgos.
- Proporcionar a los educadores la capacitación necesaria para utilizar la IA de manera efectiva y ética en el aula.
- Fomentar la colaboración entre educadores, investigadores y desarrolladores de IA para garantizar que la tecnología se adapte a las necesidades de los estudiantes y de los sistemas educativos.
- Asegurar la transparencia y la ética en el uso de la IA, incluyendo la protección de los datos de los estudiantes y la implementación de salvaguardas para prevenir el sesgo y la discriminación.
- Priorizar el uso de la IA para mejorar la accesibilidad y la inclusión en la educación, especialmente para estudiantes con discapacidades y en comunidades marginadas.
- Realizar investigaciones rigurosas y evaluaciones continuas de la implementación de la IA en la educación para medir su efectividad y garantizar su mejora continua.

- Fomentar la participación más activa de los estudiantes en el desarrollo y evaluación de la IA en la educación, para garantizar que se adapte a sus necesidades y se tenga en cuenta su perspectiva.

En resumen, para garantizar que la IA sea una herramienta valiosa y efectiva en la educación, es necesario un enfoque cuidadoso y estratégico que incluya la transparencia, la ética y la colaboración entre los educadores, investigadores y desarrolladores de IA.

Cumplimiento de normas éticas

Consentimiento informado: Este estudio es una revisión de la literatura, y como tal, no hay necesidad de diligenciar consentimiento informado ni de aprobación del Comité de Ética Institucional.

Conflicto de interés: Los autores declararon no tener conflictos de intereses.

Uso de inteligencia artificial: los autores declararon que no utilizaron tecnologías asistidas por inteligencia artificial (IA) (como modelos de lenguaje grande, chatbots o creadores de imágenes) en la producción de este trabajo.

Fuentes de financiación: Autofinanciado por los autores.

Contribución de los autores:

- Diseño y concepción del estudio: Matilde Bolaño García y Nixon Duarte Acosta.
- Adquisición de los datos: Matilde Bolaño García y Nixon Duarte Acosta.
- Análisis e interpretación de la información: Matilde Bolaño García y Nixon Duarte Acosta.
- Redacción del manuscrito: Matilde Bolaño García y Nixon Duarte Acosta.
- Revisión crítica y aprobación final del documento: Matilde Bolaño García.

Referencias

- 1 Mcurtrie B. How artificial intelligence is changing teaching. The chronicle of higher education. 2018. p. 1-7. Fecha de consulta: 15 de abril de 2023. Disponible en: https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=How+artificial+intelligence+is+changing+teaching.&btnG=
- 2 Johnson L, Adams-Becker S, Estrada V, Freeman A. NMC horizon report: 2015 Museum edition. Austin, Texas: The New Media Consortium; 2015. Fecha de consulta: 14 de abril de 2023. Disponible en: <https://www.learntechlib.org/p/182009/>
- 3 Yampolskiy RV, ed. Artificial intelligence safety and security. 1st edition. New York: Chapman y Hall/CRC; 2018. <https://doi.org/10.1201/9781351251389>
- 4 Bittencourt I, Costa E, Silva M, Soares E. A computational model for developing semantic web-based educational systems. Knowl Based Syst. 2009;22:302-15. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2009.02.012>
- 5 Bull S, Kay J. SMILL: A framework for interfaces to learning data in open learner models, learning analytics and related fields. Int J Artif Intell Educ. 2016;26:293-331. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0090-8>
- 6 Chen L, Chen P, Lin Z. Artificial intelligence in education: A review. IEEE Access. 2020;8:75264-78. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- 7 Chen X, Xie H, Zou D, Hwang GJ. Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. Computers and Education: Artificial Intelligence. 2020;1:100002. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002>
- 8 Costa EB, Fonseca B, Santana MA, Ferreira de Araújo F, Rego J. Evaluating the effectiveness of educational data mining techniques for early prediction of students' academic failure in introductory programming courses. Computers in Human Behavior. 2017;73:247-56. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.047>
- 9 Dzikovska M, Steinhauser N, Farrow E, Moore J, Campbell G. BEETLE II: Deep natural language understanding and automatic feedback generation for intelligent tutoring in basic electricity and electronics. Int J Artif Intell Educ. 2014;24:284-32. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0017-9>
- 10 Johnson WL, Lester JC. Face-to-face interaction with pedagogical agents, twenty years later. Int J Artif Intell Educ. 2016;26:25-36. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0065-9>
- 11 Kandlhofer M, Steinbauer G, Hirschmugl-Gaisch S, Huber P. Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Erie, PA, USA, 2016, pp. 1-9. <https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757570>
- 12 Kay J, Reimann P, Diebold E, Kummerfeld B. MOOCs: So many learners, so much potential. IEEE Intelligent Systems. 2013;28:70-7. <https://doi.org/10.1109/MIS.2013.66>
- 13 D'Mello SK, Graesser AC. Multimodal semi-automated affect detection from conversational cues, gross body language, and facial features. User Model User-Adapt Inter. 2010;20:147-87. <https://doi.org/10.1007/s11257-010-9074-4>
- 14 Vanlehn K, Lynch C, Schulze K, Shapiro JA, Shelby R, et al. The Andes physics tutoring system: Lessons learned. Int J Artif Intell Educ. 2005;15:147-204. <https://doi.org/10.1016/j.artint.2005.04.001>

- 15 Tasnim N, Paul MK, Sattar AHMS. Identification of Drop Out Students Using Educational Data Mining. 2019 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE). Cox'sBazar, Bangladesh; 2019, pp. 1-5.
<https://doi.org/10.1109/ECACE.2019.8679385>.
- 16 Parra-Sánchez JS. Potencialidades de la inteligencia artificial en educación superior: Un enfoque desde la personalización. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*. 2022;14:19-27.
<https://doi.org/10.37843/rted.v14i1.296>.
- 17 Aparicio-Gómez WO. La inteligencia artificial y su incidencia en la educación: Transformando el aprendizaje para el siglo XXI. *RIPIE Revista Internacional de Pedagogía e Innovación Educativa*. 2023;3:217-29.
<https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>.
- 18 Arabit-García J, García-Tudela PA, Prendes-Espinosa MP. Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica. *RIEOEI Revista Iberoamericana de Educación*. 2021;87:173-94.
<https://doi.org/10.35362/rie8714591>.
- 19 Saleem F, Ullah Z, Fakieh B, Kateb F. Intelligent decision support system for predicting student's e-learning performance using ensemble machine learning. *Mathematics*. 2021;9:2078.
<https://doi.org/10.3390/math9172078>
- 20 De Cecco C, Van Assen M. Inteligencia artificial y telemedicina en el sector de la salud - Oportunidades y desafíos. Informe 4. Fecha de consulta: 12 de abril de 2023. Disponible en: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1923/Inteligencia%20artificial%20y%20telemedicina%20en%20el%20sector%20de%20la%20salud%20-%20oportunidades%20y%20desaf%EDos.pdf?sequence=5>.
- 21 Bensadon T. Tecnologías 4.0 para el desarrollo y evaluación de indicadores en una empresa de servicios: su impacto en la toma de decisiones estratégicas y la servitización de la información. *Disertación doctoral*. Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata. Repositorio institucional. Facultad de Ingeniería; 2022. Fecha de consulta: 13 de abril de 2023. Disponible en: <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/xmlui/handle/123456789/597>
- 22 Vásquez SM. Rendimiento académico y patrones de aprendizaje en estudiantes de ingeniería. *Ingeniería y Universidad*. 2009;13:105-136.
- 23 Magallanes-Ronquillo KK, Plúas-Pérez LR, Aguas-Veloz JF, Freire-Solís RL. La inteligencia artificial aplicada en la innovación educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*. 2023;4:1597-1613.
<https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.706>.
- 24 Porayska-Pomsta K, Mavrikis M, D'Mello S, Conati C, Baker RSJ. Knowledge elicitation methods for affect modelling in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2013;22:107-40.
<https://doi.org/10.3233/JAI-130032>.
- 25 VanLehn K, Lynch C, Schulze K, Shapiro JA, Shelby R, Taylor L, et al. The Andes physics tutoring system: Lessons learned. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 2005;15:147-204.
- 26 Norman-Acevedo E. La inteligencia artificial en la educación: una herramienta valiosa para los tutores virtuales universitarios y profesores universitarios. *Panorama*. 2023;17:1-9.
- 27 Ordelin-Font JL. El uso de la inteligencia artificial en la mediación: ¿quimera o realidad?. *Revista IUS*. 2021;15:357-82.
<https://doi.org/10.35487/rius.v15i48.2021.707>.
- 28 Giró-Gracia X, Sancho-Gil JM. La inteligencia artificial en la educación: Big data, cajas negras y solucionismo tecnológico. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa - RELATEC*. 2022;21:129-45.
<https://doi.org/10.17398/1695-288X.21.1.129>
- 29 Quirós-Vargas J. Revisión, recopilación y síntesis del articulado sobre la inteligencia artificial, educación superior sus fortalezas y amenazas. *Revista Académica Institucional*. 2022;3:35-61.
- 30 Flores-Vivar JM, García-Peñalvo FJ. Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la inteligencia artificial en el marco de la educación de calidad (ODS4). *Comunicar*. 2023;31:37-47.
<https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- 31 Roll I, Wylie R. Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *Int J Artif Intell Educ*. 2016;26:582-99.
<https://doi.org/10.1007/s40593-016-0110-3>
- 32 Mirchi N, Bissonnette V, Yilmaz R, Ledwos N, Winkler-Schwartz A, Del Maestro RF. The virtual operative assistant: An explainable artificial intelligence tool for simulation-based training in surgery and medicine. *PLoS ONE*. 2020;15:e0229596.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229596>
- 33 Zawacki-Richter O, Marín VI, Bond M, Gouverneur F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2019;16:39.
<https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- 34 Hwang GJ, Xie H, Wah BW, Gašević D. Vision, challenges, roles and research issues of artificial intelligence in education. *Comput Educ: Artif Intell*. 2020;1:100001.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- 35 Timms MJ. Letting artificial intelligence in education out of the box: Educational cobots and smart classrooms. *Int J Artif Intell Educ*. 2016;26:701-12.
<https://doi.org/10.1007/s40593-016-0095-y>
- 36 Dimitrova V. STyLE-OLM: Interactive open learner modelling. *Int J Artif Intell Educ*. 2003;13:35-78.
- 37 McLaren BM, Scheuer O, Mikšátko J. Supporting collaborative learning and e-discussions using artificial intelligence techniques. *Int J Artif Intell Educ*. 2010;20:1-46.
<https://doi.org/10.3233/JAI-2010-0001>

- 38 Zouaq A, Nkambou R. Building domain ontologies from text for educational purposes. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 2008;1:49-62.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2008.12>
- 39 Rosé CP, Ferschke O. Technology support for discussion based learning: From computer supported collaborative learning to the future of massive open online courses. *Int J Artif Intell Educ*. 2016;26:660-78.
<https://doi.org/10.1007/s40593-016-0107-y>
- 40 Yang SJH, Ogata H, Matsui T, Chen NS. Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021;2:100008.
<https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100008>
- 41 Ocaña-Fernández Y, Valenzuela-Fernández LA, Garro-Aburto LL. Inteligencia artificial y sus implicaciones en la educación superior. *Propós. represent*. 2019;7:536-68.
<http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.274>
- 42 Múniera-Duque A. Inteligencia artificial y cirugía. *Rev Colomb Cir*. 2023;38:231-2.
<https://doi.org/10.30944/20117582.2341>