



Rol de la Inteligencia Artificial en educación básica: un mapeo sistémico global

Adriana Rocío Santos - Vesga*
Gustavo Cáceres - Castellanos**
Javier Antonio Ballesteros - Ricaurte***


Santos - Vesga, A. R., Cáceres - Castellanos, G., Ballesteros - Ricaurte, J. A. (2024). Rol de la Inteligencia Artificial en educación básica: un mapeo sistémico global. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 20(2), 47-72. <https://doi.org/10.17151/rlee.2024.20.2.3>

Resumen

Las tecnologías emergentes están transformando los procesos de enseñanza y aprendizaje, generando nuevas aplicaciones en diversos niveles formativos. Este estudio tiene como objetivo examinar el estado actual de la inteligencia artificial (IA) en la educación básica a nivel global, analizando sus beneficios, desafíos y tendencias de implementación. Se empleó una metodología de mapeo sistemático (Petersen et al., 2015; Kitchenham y Charters (2007). La búsqueda de literatura se realizó entre el 15 y el 30 de diciembre de 2024 en las bases de datos académicas Scopus, ScienceDirect y SpringerLink, utilizándose empleó el proceso de selección de Roehrs et al. (2017), donde los datos recopilados se analizaron mediante el software VOSviewer y Microsoft Excel. Los resultados indican que la IA tiene implicaciones clave en la innovación educativa en la educación básica y en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre sus beneficios destacan la retroalimentación personalizada, adaptación de contenidos y eficiencia administrativa, lo que contribuye a mejorar la calidad formativa. A pesar de esto, su adopción requiere de pautas éticas que guíen su uso responsable. Se evidenció una tendencia creciente de publicaciones que dan cuenta de la integración de herramientas basadas en IA en la educación básica (Chiu y Chai, 2020; Balaban y Ruzic, 2024; Falebita y Kok, 2024), abarcando actividades diversas de la gestión educativa.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Educación Básica, Mapeo Sistémico, Tendencias, VOSviewer.

* Especialista en pedagogía para el desarrollo de la inteligencia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja, Colombia. adrianarocio.santos@uptc.edu.co

 orcid.org/0009-0002-6310-845X **Google Scholar**

* Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. gustavo.caceres@uptc.edu.co

 orcid.org/0000-0001-9621-3585 **Google Scholar**

* Magister en Ciencias Computacionales. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia. javier.ballesteros@uptc.edu.co

 <https://orcid.org/0000-0001-9164-4597> **Google Scholar**

Recibido: 5 de marzo de 2024. **Aceptado:** 14 de mayo de 2024.

Role of Artificial Intelligence in Basic Education: A Global Systemic Mapping

Abstract

Emerging technologies are transforming teaching and learning processes, generating new applications at various educational levels. This study aims to examine the current state of artificial intelligence (AI) in basic education globally, analyzing its benefits, challenges and implementation trends. A systematic mapping methodology of Petersen et al. (2015) and Kitchenham and Charters (2007) was used. The literature search was conducted between December 15 and 30, 2024 in the academic databases Scopus, ScienceDirect and SpringerLink, using the selection process of Roehrs et al. (2017), where the collected data were analyzed using VOSviewer software and Microsoft Excel. The results indicate that AI has key implications in educational innovation in basic education and in teaching and learning processes. Its benefits include personalized feedback, content adaptation and administrative efficiency to improve educational quality. Despite this, its adoption requires ethical guidelines to guide its responsible use. There is a growing trend of publications that report on the integration of AI-based tools in basic education (Chiu and Chai, 2020; Balaban and Ruzic, 2024; Falebita and Kok, 2024), covering diverse activities of educational management.

Keywords: Artificial Intelligence, Basic Education, Systemic Mapping, Trends, VOSviewer.

Introducción

La integración de la inteligencia artificial (IA) como tecnología emergente a nivel global, en el ámbito educativo, es objeto de análisis en diversos estudios académicos, como el de Crovetto (2020), quien destaca el potencial de la IA para transformar el proceso pedagógico. Esta tecnología permite una mayor personalización del aprendizaje y una mejor adaptación a las necesidades individuales de los educandos, en un enfoque que se articula con la idea de prácticas mediadas, donde la IA actúa como un facilitador eficiente en el ciclo de enseñanza y aprendizaje.

Al respecto, Gangotena et al. (2023) aportan evidencia sobre el impacto positivo de los recursos digitales con IA en el aprendizaje de los alumnos, haciendo hincapié en la efectividad de la enseñanza cuando se proporciona retroalimentación instantánea y se adapta el contenido según las necesidades individuales del estudiantado. Estos hallazgos respaldan la idea de que las prácticas mediadas por tecnologías emergentes pueden optimizar la experiencia educativa.

Autores reconocidos en este ámbito, como Gangotena et al. (2023) han abordado los nuevos paradigmas y recursos digitales mediados por IA, que benefician el aprendizaje de los estudiantes de primaria, enfatizando en la importancia de adaptarse a los avances tecnológicos. Por otra parte, en relación con las necesidades que la IA puede atender, se destaca la posibilidad de individualizar el aprendizaje según las características particulares de cada escolar, tal como señalan García Peña et al. (2020), lo cual resulta fundamental para responder a la diversidad de estilos y necesidades específicas en el marco de una educación inclusiva y diferenciada.

Explorar el efecto de la IA generativa es significativo, aún más, en este contexto tan complejo y cambiante, que va más allá de una simple tendencia tecnológica; se trata de explorar en cómo esta herramienta puede transformar la actividad didáctica, promoviendo aprendizajes autónomos y personalizados, mejorando el rendimiento académico y generando un interés genuino de los alumnos. Sin embargo, como advierte Castillo (2023) en estudios con la básica secundaria, la incorporación de la IA plantea obstáculos en cuanto a la disminución del pensamiento crítico, preocupaciones sobre la privacidad de los datos y el valor insustituible de lo humano.

En cuanto a la pertinencia del uso de estas tecnologías, García et al. (2023) sugieren que la percepción sobre los tutores virtuales en la educación universitaria responde más a expectativas tecnológicas que a necesidades académicas reales. Por su parte, Giraldo (2017) resaltó tempranamente la importancia de utilizar analíticas de aprendizaje basadas en IA para descubrir patrones en las interacciones estudiante-plataforma, en una etapa en la que esta tecnología aún era incipiente y no se vislumbraba plenamente la relevancia de la retroalimentación precisa y mejora continua de los procesos educativos, aspectos que aún no son completamente soportados por la IA.

Diversos puntos de vista de investigadores como Gocen y Aydemir (2020) señalan que, en un futuro cercano, productos basados en IA, como simulaciones, sistemas de apoyo a pruebas, realidad virtual, robots asistentes y aprendizaje personalizado, serán un apoyo significativo para personalizar el acto formativo. No obstante, los autores advierten sobre posibles inconvenientes de este avance tecnológico, al considerar que podría conducir a una mecanización excesiva de la academia, tanto en la ejecución de tareas cotidianas del aprendizaje como en los procesos

de planificación de la enseñanza. Esta situación genera una preocupación ética y pragmática entre profesores y estudiantes, quienes pueden enfocarse, de forma paulatina, más en la asistencia virtual que en la interacción humana directa.

Sobre el tema, Díaz et al. (2021) ofrecen una visión más crítica al señalar que la implementación de la IA en la educación plantea limitantes que incluyen la pérdida de la dimensión humana en la enseñanza, como consecuencia de la automatización de procesos académicos que conllevan al poco desarrollo activo de los alumnos. Este punto de vista revela una preocupación sobre la calidad de la praxis educativa cuando la IA asume un papel predominante. De ahí que, sugiere una reflexión acerca de la posibilidad de prácticas caracterizadas por la progresiva ausencia del profesor en el aula, lo que representa, en la práctica, un detrimento del rol facilitador del docente. Esto conlleva, además, un aumento en la dependencia de elaboración textual como una de las funciones de la IA generativa, cuestión que puede considerarse poco ética.

Por su parte, Rodríguez-Torres et al. (2023) advierten sobre la necesidad de un análisis global de esta temática, debido a su importancia e impacto directo en la calidad educativa, idea que apoyan Bolaño-García y Duarte-Acosta (2024), al señalar que “uno de los principales desafíos es la calidad de los datos utilizados para el análisis y la retroalimentación. La IA requiere de datos precisos y representativos para poder ofrecer retroalimentación personalizada” (p. 59).

Esta divergencia de perspectivas refleja la necesidad de una discusión formal sobre si las prácticas mediadas por la IA en la enseñanza representan un avance significativo o simplemente constituyen alternativas frente a las metodologías tradicionales. En este contexto, surge una pregunta central: ¿cuál es el estado de la IA en la educación básica a nivel global? Para responder esta cuestión, se plantean interrogantes secundarios, como: ¿Cuál es la distribución geográfica de publicaciones de IA en educación?, ¿Cuáles son las aplicaciones actuales de la IA en la educación?, ¿Qué herramientas y plataformas educativas basadas en IA están disponibles? y ¿Cuáles son las tendencias emergentes en el uso de la IA en la educación? Estas preguntas guían la presente investigación, cuyo objetivo es examinar la integración de la IA en la educación básica, respondiendo a la necesidad de mejorar la calidad y eficiencia de los procesos educativos en los niveles de primaria y secundaria, equivalente a K-12 en el modelo estadounidense.

De esta forma, se presenta un panorama complejo sobre el uso de la IA en la educación básica, destacando tanto sus beneficios potenciales como sus desafíos. Mientras algunos investigadores enfatizan la capacidad de la IA para mejorar la personalización y eficiencia del aprendizaje, otros expresan preocupación por los riesgos de descuidar aspectos esenciales de la educación, especialmente aquellos relacionados con los valores y comportamientos necesarios para el rol social del estudiantado en el futuro.

Para autores como Sperling et al. (2024), la integración de la IA en la educación forma parte de la alfabetización digital docente, concebida como ruta para la adopción de recursos tecnológicos en la educación básica. No obstante, Su y Yang (2022), así como Chen y Lin (2020), consideran que el propósito principal de la IA en el ámbito educativo es lograr un aprendizaje más personalizado, mediante sistemas de tutoría inteligentes que dan cuenta de una visión amplia y tecnificada de los procesos formativos. Por su parte, Martin et al. (2024) advierten que, en el contexto de la educación K-12 (modelo estadounidense), la comprensión y apropiación de la IA por parte de los docentes aún es limitada.

En esta línea, Wang et al. (2024) y Crompton et al. (2024) aportan una visión centrada en la dinámica del aprendizaje basada en la interacción estudiantil a través de tareas mediadas por la IA en la educación primaria y secundaria, destacando la personalización del proceso educativo en función de las necesidades individuales de los estudiantes. A su vez, Gocen y Aydemir (2020) amplían la discusión al enfocarse en el papel de las escuelas frente a los métodos de enseñanza tradicionales y aquellos mediados por la IA, sosteniendo que esta tecnología puede complementar la dinámica de aula, pero no reemplazar el rol fundamental del docente en el proceso educativo.

Desde una perspectiva tecnológica, autores como Li y Wang (2020), Castillo (2023) y Kavitha et al. (2024) han identificado diversas ventajas y desventajas en la integración de la IA en los procesos educativos. Sus estudios muestran que, aunque tanto docentes como estudiantes han comenzado a incorporar estas tecnologías en sus prácticas, persisten dudas respecto a su capacidad para generar aprendizajes significativos. Adicionalmente, Rubia (2024) señala que existe la percepción de que la IA puede optimizar la gestión del aula mediante sus múltiples aplicaciones, aunque sin garantías claras en cuanto a la equidad en el acceso a estas herramientas.

A partir de este enfoque, la IA va más allá de su definición conceptual, comúnmente asociada a imitación del comportamiento de la mente humana (Wartman y Combs, 2018). Mohammed y Watson (2019) complementan esta definición al describir la IA como la capacidad de emular el pensamiento humano a través de herramientas o programas computarizados. Sin embargo, Timms (2016) advierte que la IA presenta limitaciones inherentes a su naturaleza informática, lo que impide su manifestación plena en todas las formas y funciones del pensamiento humano, abriendo así un abanico de posibilidades que se restringe, en parte, a su aplicación contextual.

Al respecto, Ng (2017) describe la inteligencia artificial a partir de su capacidad para transformar múltiples sectores de la sociedad mediante el apalancamiento tecnológico, lo cual se encuentra en consonancia con lo señalado por Golic (2019), quien sostiene que la IA se ha convertido en un elemento central tanto en la dinámica social y a su potencial para impulsar el desarrollo socioeconómico. Este impacto se refleja, entre otros indicadores, en el notable crecimiento de la inversión en IA, que alcanzó un récord de 40 mil millones de dólares en China en 2017 (Mou, 2019), consolidándola como una tecnología clave en la evolución global.

Según proyecciones, se espera que China aumente su producto interno bruto (PIB) en un 26% (equivalente a 7 billones de dólares) para 2030 gracias a la adopción de la IA, al tiempo que América del Norte experimentaría un aumento del 14,5% (3,7 billones de dólares) en el mismo período (PwC, 2019), reflejando una transformación significativa en diversos sectores, incluida la educación básica.

Finalmente, Karsenti (2019) adopta una perspectiva más integradora en señalar que la tecnología ya forma parte de la vida cotidiana de los actores educativos (docentes y estudiantes), por lo que su incorporación en el entorno pedagógico resulta ineludible. Esta situación genera una representación concreta de la adopción de herramientas basadas en IA en el contexto escolar. En consecuencia, la presencia de la inteligencia artificial en los procesos formativos requiere una comprensión más profunda de sus posibles implicaciones para el futuro de una educación de calidad.

Metodología

El presente estudio de mapeo sistemático tiene como objetivo examinar el estado actual de la inteligencia artificial (IA) en la educación básica a nivel global, considerando sus beneficios, desafíos y tendencias en cuanto a su implementación. La metodología adoptada se basa en las directrices propuestas por Petersen et al. (2015), así como por Kitchenham y Charters (2007), con el fin de asegurar la rigurosidad metodológica y la validez del estudio. A continuación, se detallan los pasos metodológicos seguidos en el desarrollo de esta investigación.

Definición de preguntas de investigación:

Las preguntas de investigación que guían este estudio de mapeo sistemático son las siguientes:

1. RQ1: ¿Cuál es la distribución geográfica de las publicaciones de IA en el ámbito educativo?
2. RQ2: ¿Cuáles son los campos de aplicación actuales de la inteligencia artificial (IA) en la educación básica?
3. RQ3: ¿Qué herramientas y plataformas educativas basadas en IA están disponibles para la educación básica?
4. RQ4: ¿Cuáles son las tendencias emergentes en el uso de la IA en la educación básica?

Estas preguntas permiten estructurar el análisis y asegurar que el estudio aborde los aspectos clave relacionados con la integración de la inteligencia artificial en el contexto de la educación básica, desde una perspectiva global y actualizada.

Protocolo de búsqueda:

Para realizar la búsqueda de literatura, se emplearon descriptores booleanos en las bases de datos académicas Scopus, ScienceDirect y SpringerLink, seleccionadas por su relevancia internacional en la divulgación de información científica. Estas plataformas son reconocidas por su robustez y actualización constante en el campo de la tecnología educativa y la inteligencia artificial. La cadena de búsqueda utilizada fue la siguiente:

“Artificial intelligence” OR “AI educational implementation” OR “AI in basic education” AND “AI use in basic education” AND “AI basic educational tools” AND “AI trends in basic education”

La búsqueda se realizó entre el 15 y el 30 de diciembre de 2024, siguiendo los pasos del proceso de selección y control de calidad propuesto por Roehrs et al. (2017). Este proceso incluyó la identificación, selección y evaluación de estudios relevantes para garantizar la calidad y pertinencia de los datos recopilados.

Criterios de selección de estudios:

Los criterios de inclusión y exclusión utilizados para seleccionar los estudios se presentan en la Tabla 1, los cuales se basaron en el alcance de elegibilidad descritos por Roehrs et al. (2017) y se aplicaron para garantizar que los estudios seleccionados fueran relevantes y de alta calidad.

Tabla 1. *Criterios de selección*

Tipo de criterio		Descripción
Inclusión	1.	Artículos de investigación.
	2.	Artículo de texto completo.
	3.	Publicados en las bases de datos seleccionadas.
	4.	Línea temporal entre 2020 a 2024.
	5.	Idioma: Inglés.
	6.	Área: Tecnología Educativa.
	7.	Subárea: educación básica.
	8.	Palabras clave: educación, sistemas de aprendizaje, tecnología educativa.
Exclusión	1.	Libros.
	2.	Ponencias.
	3.	Informes académicos
	4.	Tesis de grado.
	5.	Artículos duplicados.
	6.	No disponible en full-text.
	7.	Revisiones
	8.	Mapeos
	9.	Bibliometría

Identificación del esquema de clasificación:

El esquema de clasificación utilizado en este estudio corresponde a la definición y estructuración de un sistema que permite organizar y categorizar la información de manera coherente y sistemática. Este proceso implica el establecimiento de criterios y categorías específicas que faciliten la recuperación, análisis e interpretación de los datos recolectados.

Para este fin, se utilizó el esquema de clasificación por áreas propuesto por Petersen et al. (2015), el cual permite la extracción de información a partir de cadenas de búsqueda definidas. Posteriormente, se asignaron categorías temáticas vinculadas directamente con las preguntas de investigación, con el propósito de orientar la interpretación de los resultados y garantizar la coherencia metodológica del análisis.

Proceso de extracción y mapeo de datos:

Para alcanzar el objetivo del estudio, se aplicó un mapeo sistemático basado en la metodología de Petersen et al. (2015), adaptada para este contexto, incluyendo los siguientes pasos:

1. Identificación de estudios: se realizó una búsqueda exhaustiva en las bases de datos seleccionadas utilizando la cadena de búsqueda definida.
2. Selección de estudios: se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión para filtrar los estudios relevantes.
3. Extracción de datos: se recopilaron datos clave de los estudios seleccionados, como autores, año de publicación, objetivos, metodología y hallazgos principales.
4. Análisis de datos: los datos recopilados se analizaron mediante el software VOSviewer y Microsoft Excel para identificar patrones y tendencias clave.
5. Síntesis de resultados: se organizaron los hallazgos en función de las preguntas de investigación y se presentaron en forma de tablas, gráficos y mapas de redes.

Limitaciones del estudio:

El estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. En primer lugar, la búsqueda se restringió a artículos científicos publicados en inglés, lo que excluye investigaciones potencialmente relevantes escritas en otros idiomas. En segundo lugar, las búsquedas se llevaron a cabo únicamente en tres bases de datos académicas reconocidas (Scopus, ScienceDirect y SpringerLink), lo que implica la posible omisión de estudios publicados en otras plataformas científicas.

Una tercera barrera se relaciona con el período de análisis, el cual abarca desde 2020 hasta 2024, lo que impide incorporar investigaciones más recientes. Por último, aunque se aplicó un método de mapeo sistemático para garantizar la rigurosidad del proceso, la evolución del esquema de clasificación implicó ciertas decisiones de carácter subjetivo, las cuales podrían haber influido en la interpretación y categorización de los datos.

Resultados

La búsqueda inicial arrojó un total de 316,877 documentos en las bases de datos consultadas, donde ScienceDirect se destacó con el 96.8% de las publicaciones (306,730), seguido por SpringerLink con un 2.07% (6,559) y Scopus con un 1.13% (3,588). Tras aplicar los criterios de selección detallados en la Tabla 1 se obtuvieron 497 artículos de acceso abierto: 286 en ScienceDirect (57.55%), 180 en Scopus (36.22%) y 31 en SpringerLink (6.24%). En el periodo estimado, estas bases de datos contribuyeron al área de conocimiento de este mapeo sistemático con un 0.15% de las publicaciones totales encontradas

RQ1: Distribución geográfica de publicaciones de IA en educación:

La Figura 1 presenta una visualización de las redes de coautoría por región geográfica observándose una concentración significativa de publicaciones en Estados Unidos, Alemania y China, seguidos por Australia, España, India, Corea del Sur, Arabia Saudita, Sudáfrica, Malasia y Emiratos Árabes Unidos, lo cual evidencia que la producción científica sobre IA y sus aplicaciones en la educación básica se encuentra más desarrollada en América del Norte y Europa.

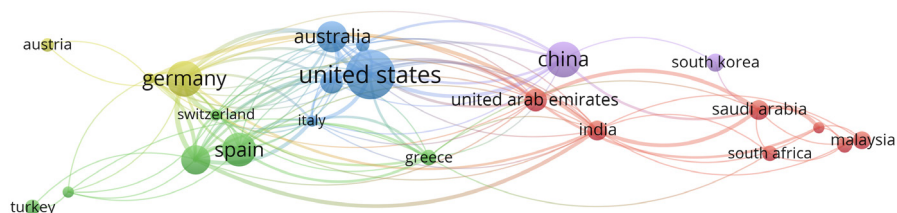


Figura 1. Visualización de redes coautoría por países
 Nota. Se representa la red de iteraciones generada por Vosviewer.

Distribución porcentual de publicaciones por año:

La Figura 2 muestra la distribución porcentual de publicaciones anuales por base de datos, donde se observa un incremento progresivo en el número de publicaciones a lo largo de los años, con un crecimiento notable a partir de 2023. En 2020, la producción fue menor, registrando Scopus un 3.33% (6 artículos), ScienceDirect un 0.70% (2 artículos) y SpringerLink un 3.23% (1 artículo). Mientras que, en 2021 se evidenció un aumento en la producción científica alcanzando Scopus un 7.22% (13 artículos), ScienceDirect un 10.84% (31 artículos) y SpringerLink un 6.45% (2 artículos), dentro de una tendencia ascendente que continuó en 2022, donde Scopus registró un 11.67% (21 artículos), ScienceDirect un 19.23% (55 artículos) y SpringerLink un 6.45% (2 artículos).

El crecimiento se acentuó en 2023 con Scopus alcanzando un 24.44% (44 artículos), ScienceDirect un 23.43% (67 artículos) y SpringerLink un 22.58% (7 artículos), como incremento que refleja la consolidación progresiva de la investigación en todas las bases de datos. Finalmente, en 2024 se registró el mayor porcentaje de publicaciones en cada base de datos: Scopus con un 53.33% (96 artículos), ScienceDirect con un 45.80% (131 artículos) y SpringerLink con un 61.29% (19 artículos), lo que confirma la tendencia creciente que ha adquirido el tema de estudio en la literatura científica.

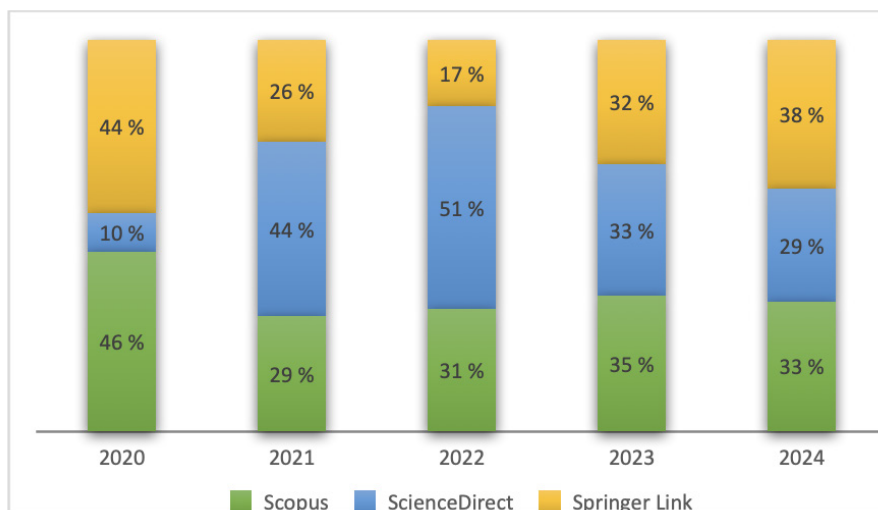


Figura 2. Distribución porcentual de publicaciones por año

Nota. Los datos muestran el porcentaje anual de publicaciones por base de datos seleccionada.
Los datos se procesaron en Microsoft Excel.

RQ2: Campos de aplicación actuales de la IA en la educación básica:

Para responder a la pregunta de investigación inicial (RQ2), se procedió a la selección de artículos mediante la revisión de títulos, resúmenes y palabras clave, lo que condujo a la lectura completa de 16 estudios (5 de Scopus, 3 de ScienceDirect y 8 de SpringerLink), los cuales se encuentran directamente relacionados con el tema de investigación, determinándose que los campos de aplicación actuales de la IA en la educación básica identificados son los siguientes:

1. Planificación y rediseño curricular: la IA facilita la identificación de necesidades específicas en los planes de estudio, permitiendo la adaptación de contenidos y enfoques pedagógicos para mejorar su pertinencia en el contexto educativo actual.

2. Evaluación y retroalimentación automatizada: herramientas basadas en IA, tales como chatbots y sistemas de evaluación, proporcionan retroalimentación inmediata y personalizada, contribuyendo a la mejora de la calidad de las respuestas y la producción académica de los estudiantes (Hmoud et al., 2024; Wambsganss et al., 2022).
3. Interacción y acompañamiento virtual: chatbots y robots sociales actúan como tutores virtuales, fomentando un aprendizaje más autónomo y adaptado a las necesidades individuales (Wiboolyasarin et al., 2024). No obstante, se analizan las implicaciones éticas de su implementación en los niveles de educación básica primaria y secundaria (Balaban y Ruzic, 2024).
4. Creación de recursos didácticos: las herramientas de IA generativa agilizan la producción de material académico, como videos y presentaciones, optimizando así el tiempo de preparación de los docentes (Netland et al., 2024).
5. Uso de modelos de lenguaje de gran escala (LLM): plataformas como ChatGPT se han consolidado como herramientas globales para resolver dudas de estudiantes y docentes. Sin embargo, su uso inapropiado puede limitar el desarrollo de la creatividad y el pensamiento crítico (Albadarin et al., 2024; Chan y Lee, 2023).

RQ3: Herramientas y plataformas educativas basadas en IA:

En respuesta a la tercera pregunta de investigación (RQ3), se identificaron las herramientas y plataformas educativas basadas en IA más relevantes para la educación básica, por lo que los hallazgos obtenidos de los estudios seleccionados se sintetizan en la Tabla 2.

Tabla 2. *Herramientas y plataformas educativas basadas en IA para la educación básica*

Autor	Año	Plataforma/Herramienta
Chiu y Chai	2020	Herramientas de IA para enseñanza y aprendizaje en educación básica
Uddin et al.	2023	Chatbots basados en IA, ChatGPT para gestión de tareas escolares
Feldman et al.	2024	Curipod, Cuenti.to, Diffit
Hmoud et al.	2024	Instrumentos de evaluación para medir precisión y calidad en IA educativa
Balaban y Ruzic	2024	Robots de interacción social como asistentes de enseñanza de idiomas
Netland et al.	2024	Comparación de videos generados por IA y producción humana en educación
Kanont et al.	2024	Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) en el uso de IA en educación
Romer et al.	2023	Rediseño curricular con IA y capacitación multidisciplinaria
Feldman et al	2024	Quick, Draw! (IA para enseñanza de machine learning) Mapas conceptuales, resúmenes y tarjetas de estudio con IA Creación automática de mapas conceptuales, resúmenes y tarjetas de estudio Elaboración de videos y materiales didácticos en formato texto y multimedia

Nota. La tabla muestra las herramientas y plataformas educativas basadas en IA disponibles para la educación básica de acuerdo con lo presentado por diversos autores.

Ante el panorama de plataformas basadas en IA para la educación básica, diversas investigaciones demuestran su potencial para contribuir a las capacidades de docentes y estudiantes en cuanto a la experiencia de aula mediante una formación autónoma (Chiu y Chai, 2020). En este contexto, surge una pregunta fundamental: ¿qué recursos concretos ofrece la IA y cómo se integran en la educación básica, más allá de aquellos que se presentan como una herramienta cuya utilidad radica en su reducida capacidad para responder preguntas? (Uddin et al., 2023).

En cuanto a la planificación y rediseño curricular, la IA ha demostrado ser útil para identificar necesidades específicas en los planes de estudio, facilitando así la adaptación de contenidos con el fin de mejorar su pertinencia pedagógica. Si bien algunas propuestas están orientadas a los niveles escolares básicos (Chiu y Chai,

2020), su potencial se extiende a todos los niveles formativos. Estos modelos permiten que los estudiantes identifiquen y gestionen sus actividades escolares de manera más eficiente (Uddin et al., 2023), integrando aspectos relacionados con la creatividad mediante herramientas como Curipod y Cuenti.to, que generan materiales educativos de forma instantánea (Feldman-Maggor et al., 2024).

Asimismo, otras plataformas como Algor Education, diseñadas para la creación automática de mapas conceptuales y resúmenes, permiten a los estudiantes ahorrar tiempo en la preparación de sus tareas, mientras que a los docentes les facilita la obtención de recursos didácticos mediante aplicaciones como Quick, Draw! de Google. Aun así, estudios recientes (Hmoud et al., 2024) subrayan la necesidad de desarrollar instrumentos de evaluación confiables que midan la precisión y calidad de los contenidos generados por estas plataformas, con el fin de detectar sesgos, asegurar la pertinencia de los materiales y cumplir con los estándares académicos. En la práctica, se han identificado falsos positivos detectados por herramientas antiplagio lo cual genera interrogantes sobre la eficiencia de los mecanismos actuales para evaluar la calidad de los textos educativos (Balaban y Ruzic, 2024).

Respecto al uso de IA generativa, se reconoce su capacidad para elaborar materiales didácticos en formatos textuales y multimedia, transformando significativamente la preparación y difusión de contenidos por parte del docente, así como las formas de aprendizaje del estudiantado. Sin embargo, estudios comparativos revelan una preferencia de los estudiantes por la interacción con docentes reales (Netland et al., 2024), lo cual sugiere que la IA debe funcionar como complemento, y no como sustituto, de la enseñanza tradicional.

Además, el uso de plataformas fundamentales en el Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) indica que la utilidad percibida y la motivación influyen significativamente en la intención de utilizar IA en contextos académicos (Kanont et al., 2024). A medida que estas tecnologías se vuelven más intuitivas, se hace evidente la necesidad de una orientación pedagógica clara, que permita al estudiante reconocer el valor de la IA como herramienta para agilizar tareas, sin comprometer el análisis crítico ni la autonomía formativa.

Por último, la IA representa una oportunidad para el rediseño curricular desde una perspectiva basada en estándares de competencias (Chiu y Chai, 2020). Aunque,

su implementación exige un marco de colaboración multidisciplinario y procesos de formación específicos para asegurar una adopción efectiva y ética en el entorno escolar (Romer et al., 2023).

RQ4: Tendencias emergentes en el uso de la IA en la educación básica:

La Figura 3 presenta a los autores que de acuerdo con el análisis de las bases de datos consultadas, han realizado el mayor número de publicaciones científicas sobre IA aplicada a la educación básica a nivel global, en la que es posible identificar a los investigadores más activos y productivos en esta línea temática, lo cual es clave para reconocer tendencias, enfoques dominantes y comunidades académicas consolidadas en el campo.

Entre los académicos destacados se encuentran Dai, Y.; Wardat, Y.; Swalty, H.; Sanusi, I. T.; Hmoud, M.; Suhonen, J.; Vartiainen, H.; Mahmood, F.; Oyelere, S. S.; Ayanwale, M. A.; Tukiainen, M.; Chai, C.-S.; Tashtoush, M.; y Alali, N., quienes han contribuido significativamente al desarrollo teórico y práctico de la IA en contextos escolares, abordando aspectos como el diseño de entornos inteligentes, la personalización del aprendizaje y la formación docente en tecnologías emergentes.

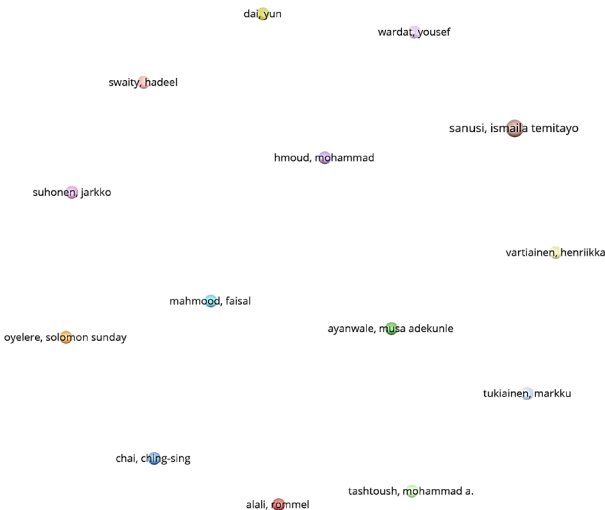


Figura 3. Visualización de redes por autores

Nota. Se representa la red de autores de mayor presencia en bases de datos generada por Vosviewer.

Adicionalmente, el acoplamiento bibliográfico mostrado en la Figura 4, revela una concentración de publicaciones hacia el año 2024, con numerosos autores referenciando trabajos clave de 2020, destacándose Rasheed en el año 2020, quien posiblemente es el autor con publicaciones más citadas en los documentos analizados, junto con Chiu y Van-Straten en el mismo año. Así pues, el mapa de iteraciones utiliza una paleta de colores, por ejemplo, el morado incluye los años 2020 y 2021, el amarillo vincula el año 2024 y el verde que abarca el año 2022 y 2023. De acuerdo con la Figura 3, se observa que las referencias de 2020 y 2021 tienden a agruparse en la zona morada, cercana a Rasheed (2020), Van-Straten (2020), Chiu (2020) y Echeverría (2021), lo cual evidencia que con el inicio de la IA se dieron publicaciones importantes que han permitido visualizar la evolución de esta y su aplicación en diferentes niveles de la educación básica en el contexto global, que son retomados por autores de relevancia actual como Perkins (2023), Wardat (2023), Ozem (2023), Sanusi (2023b), Qiao (2023) y Kaya (2024), principalmente (Vosviewer, 2024).

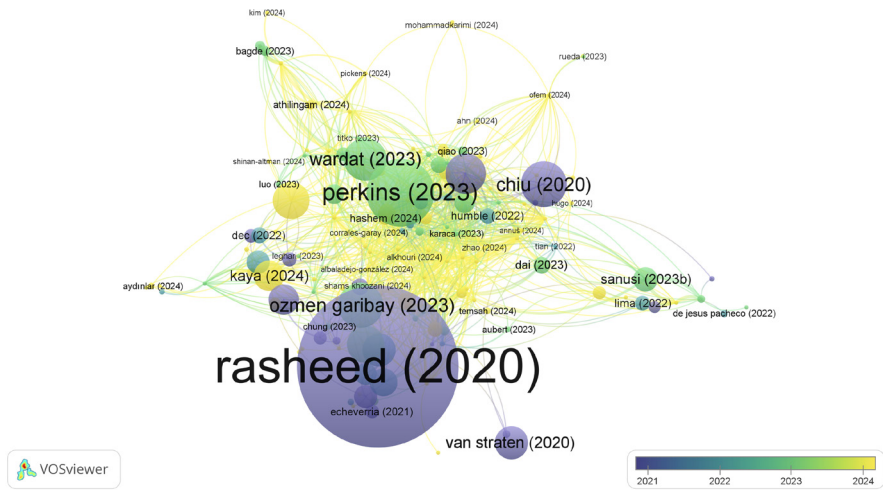


Figura 4. Visualización superpuesta de autores

Nota. Esta red generada con VOSviewer muestra principalmente la coocurrencia o relación entre referencias/ autores en diferentes años (el color indica un promedio del año de publicación o de cita, y el tamaño del nodo suele reflejar su relevancia o frecuencia de aparición). El grosor o la densidad de estas líneas indica la fuerza de la conexión: a mayor grosor, más frecuente la relación.

La Figura 5 muestra una red de coocurrencia de términos centrada en la relación entre la educación básica y la IA, ilustrando la interacción entre diversos conceptos temáticos, donde se destacan cinco grupos principales: el sector verde se enfoca en los docentes (teacher) y la adopción de tecnologías generativas, indicando claramente la importancia de la percepción e integración de estas herramientas en el aula. En la zona roja, por su parte, el término school (escuela) se asocia con la alfabetización en IA en las competencias y su inclusión formal en la educación primaria y secundaria.

En el centro, el nodo learner (aprendiz, en color púrpura) resalta el papel del estudiante y la retroalimentación (feedback) en los procesos de aprendizaje mediados por la tecnología. En la esquina azul, términos como performance (rendimiento) y evaluation (evaluación) indican que la medición de resultados y las analíticas de aprendizaje son temas de investigación actuales. Finalmente, el grupo amarillo se centra en los grandes modelos de lenguaje (LLMs, como GPT), que facilitan la generación de preguntas y respuestas como parte de la dinámica de la evaluación e interacción educativa.

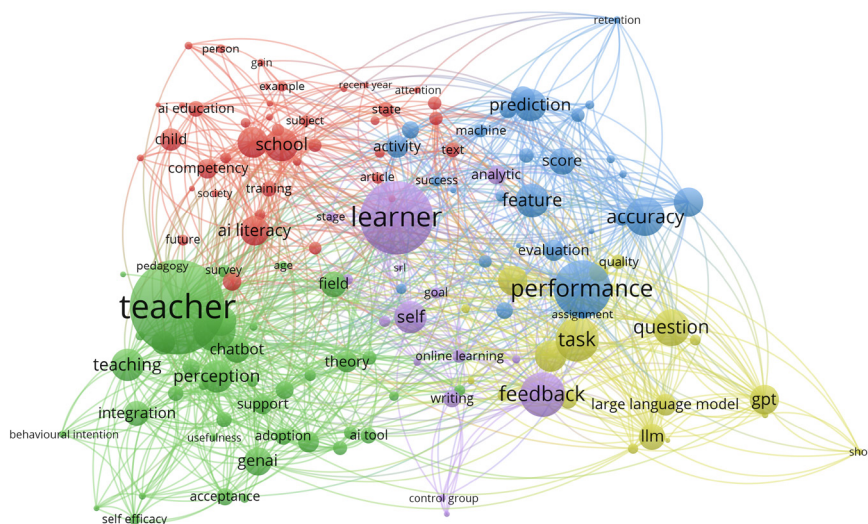


Figura 5. Visualización de la red de coocurrencia

Nota. Esta red generada con VOSviewer, representa la coocurrencia de palabras clave relacionados con la educación y la IA, donde los nodos más grandes indican términos con mayor frecuencia de aparición, mientras que el color de los nodos agrupa aquellos que tienden a coaparecer (o estar relacionados) entre sí, formando “clusters” o grupos temáticos. Las líneas reflejan los vínculos entre términos: a mayor grosor o densidad de líneas, mayor cercanía semántica o frecuencia de coocurrencia.

En conjunto, la visualización de coocurrencia evidencia que la introducción de la IA en la educación básica abarca diversos ámbitos y niveles involucrando a docentes, estudiantes, instituciones educativas y la creciente adopción de tecnologías basadas en modelos generativos de lenguaje, en la que cada agrupación representa una tendencia de investigación conectada con áreas temáticas tradicionales de la investigación educativa. En este sentido, se hace hincapié en que la formación de competencias digitales y tecnológicas para el uso de la IA exige la medición del rendimiento y la provisión de retroalimentación automatizada como aspectos interrelacionados de un panorama educativo básico (primaria, secundaria y media), lo cual invita a reflexionar sobre cómo la IA puede potenciar el aprendizaje sin que se dependa totalmente del acceso a esta tecnología.

Discusión

A partir de la literatura revisada, se evidencia una tendencia creciente hacia la incorporación de herramientas basadas en IA en la educación básica (Chiu y Chai, 2020; Balaban y Ruzic, 2024; Falebita y Kok, 2024). Estas herramientas abarcan desde actividades administrativas hasta la generación de contenidos y el desarrollo de competencias clave, destacándose especialmente en la promoción del pensamiento crítico, el razonamiento argumentativo y la resolución de problemas. En ese contexto, los principales beneficiarios de estas innovaciones son los docentes, de manera subsecuente los estudiantes, quienes se benefician indirectamente de la optimización de los procesos educativos.

Aún así, las investigaciones coinciden en que, a pesar del alto potencial de la IA, existen desafíos prácticos y éticos que requieren atención prioritaria. Estos riesgos identificados a lo largo del mapeo de la literatura se conectan directamente con las tendencias y aplicaciones observadas (Ramírez, 2024). Uno de los hallazgos más relevantes es la brecha en la formación docente respecto al uso de estas tecnologías emergentes, ya sea en la planificación curricular (Chiu y Chai, 2020), o en la adopción de herramientas más específicas, como ChatGPT y chatbots educativos (Netland et al., 2024; Hmoud et al., 2024). La falta de directrices claras y la carencia de competencias técnicas y pedagógicas pueden disminuir la efectividad en el uso adecuado de la IA en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Baskota y Poudel, 2024). Esta situación podría derivar en una utilización mecanicista dentro del aula, lo que representaría un retroceso en la evolución del pensamiento pedagógico que ha abogado por aprendizajes significativos. Por tanto, el temor de

los pedagogos se centra en la posible desconexión entre el potencial de la IA y su aplicación real en la educación básica, un desafío que subraya la necesidad de implicaciones pedagógicas específicas y bien fundamentadas.

Por otra parte, estudios como los de Chan y Lee (2023) y Kurshumova (2024) subrayan que factores como la utilidad percibida, la facilidad de uso y la familiaridad con la tecnología son determinantes para el éxito de la adopción de la IA tanto por docentes como por estudiantes de secundaria. Sin embargo, se advierte que esta adopción no siempre está acompañada por una conciencia plena de los riesgos que puede implicar para la integridad académica, lo que resalta la necesidad de establecer protocolos consensuados para su uso responsable.

En cuanto al aprendizaje, la literatura destaca el papel emergente de la IA en la retroalimentación personalizada (Bautista et al., 2024), así como en la asistencia para tareas de escritura (Wiboolyasarín et al., 2024) y en el fomento del aprendizaje colaborativo (Balabdaoui et al., 2024). Sin embargo, existe preocupación entre algunos investigadores (Chan y Lee, 2023; Kurshumova, 2024) por el riesgo de una dependencia excesiva de estas herramientas, lo que podría afectar negativamente la autonomía del estudiante, su pensamiento crítico y sus habilidades para el trabajo en equipo. En este sentido, aún se debate si el uso equilibrado y reflexivo de la IA puede ser considerado una contribución auténtica al fortalecimiento de la interacción educativa y el desarrollo integral del estudiante.

Finalmente, persisten áreas poco exploradas en torno al uso de la inteligencia artificial en la educación básica. En particular, se identifican vacíos relacionados con las estrategias para involucrar activamente a los estudiantes (Chiu y Chai, 2020), así como con las diferencias culturales y lingüísticas que podrían influir en la adopción de estas tecnologías, especialmente en contextos donde el inglés no es el idioma principal (Kanont et al., 2024). Adicionalmente, se desconoce con precisión el impacto que estas herramientas pueden tener en el desarrollo emocional y social de los niños a largo plazo (Balaban y Ruzic, 2024), lo que refuerza la necesidad de investigaciones futuras que profundicen en estos aspectos para comprender plenamente el alcance y las implicaciones del uso de la IA en todos los niveles educativos.

Conclusiones

En síntesis, la integración de la IA en la educación básica representa una oportunidad significativa para optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje, siempre que esté acompañada de una mediación docente fundamentada en directrices pedagógicas claras que realmente promueven el desarrollo de competencias argumentativas. No obstante, su implementación enfrenta desafíos relacionados con la necesidad de capacitación a docentes, la carencia de regulaciones específicas y el riesgo de una dependencia excesiva de estas tecnologías, factores que pueden limitar su impacto positivo sobre los principios de aprendizaje significativo.

Asimismo, las investigaciones revisadas evidencian vacíos importantes respecto a los efectos a largo plazo de la IA en el desarrollo académico, social y emocional de los estudiantes. También se requiere mayor comprensión sobre su influencia diferenciada en la automatización del diseño curricular y en el papel tradicional del docente como figura central en la transmisión del conocimiento. En este sentido, la incorporación de la IA desafía los marcos pedagógicos tradicionales y demanda una reflexión crítica desde nuevas perspectivas tecnoeducativas.

En términos generales, el mapeo sistémico global realizado indica que los beneficios de la IA en cuanto a innovación pedagógica, gestión educativa y administrativa, y mejora de la calidad del aprendizaje son indudables. Sin embargo, su uso debe estar vinculado a compromisos institucionales y estrategias educativas adaptadas a cada contexto. Solo así será posible concebir estas herramientas y plataformas como medios para transformar los entornos de aprendizaje en espacios interactivos e inmersivos, donde la revolución tecnológica se alinee coherentemente con los objetivos formativos.

Referencias

- Albadarin, Y., Saqr, M., Pope, N. (2024). A systematic literature review of empirical research on ChatGPT in education. *Discov Educ* 3, 60. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-024-00138-2>
- Balaban, I., & Ruzic, I. (2024). *The use of social robots as teaching assistants in schools: implications for research and practice*. Revista de Educación a Distancia (RED), 24(78). <https://revistas.um.es/red/article/view/600771/363331>

- Balabdaoui, F., Dittmann, N., Grosse, H. (2024). A survey on students use of AI at a technical university. *Discov Educ* 3, 51. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-024-00136-4>
- Bautista, P., Sánchez, E., Orejudo, S., & Cano, J. (2024). Training pre-service teachers to deal with cyberbullying: Collective intelligence as a mode of learning. *Computers & Education*, 220, 105123. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105123>
- Baskota, P., Poudel, T. (2024). Artificial intelligence and computer-mediated communication: the text analysis and undergrads class observation. *Discov Educ* 3, 131. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-024-00187-7>
- Bolaño, M., & Duarte, N. (2024). Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51-63. <https://www.revistacirugia.org/index.php/cirugia/article/view/2365>
- Castillo, M. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en el proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación secundaria: Impact of artificial intelligence on the teaching and learning process in secondary education. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(6), 515-530. <http://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/1459>
- Chan, C., Lee, K. (2023). The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT in teaching and learning than their Gen X and millennial generation teachers? *Smart Learn. Environ.* 10, 60. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40561-023-00269-3>
- Chen, L., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9069875/>
- Chiu, T. K., & Chai, C. S. (2020). Sustainable curriculum planning for artificial intelligence education: A self-determination theory perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568. <https://doi.org/10.3390/su12145568>
- Crompton, H., Jones, M. V., & Burke, D. (2024). Affordances and challenges of artificial intelligence in K-12 education: A systematic review. *Journal of Research on Technology in Education*, 56(3), 248-268. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15391523.2022.2121344>
- Crovetto, A. (2020). ¿Quieres que te enseñe Siri?: Inteligencia Artificial en la educación. *Instituto De Estudios Transhumanistas*, 3(1). <https://doi.org/10.52749/iet.v3i1.15>
- Dai, C. P., & Ke, F. (2022). Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education*:

- Artificial Intelligence*, 3, 100087. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X2200042X>
- Díaz et al. (2021). Inteligencia artificial aplicada al sector educativo. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(96), 1189-1200. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.26.96.12>
- Echeverría et al. (2023). Recursos digitales con Inteligencia Artificial para mejorar el Aprendizaje de los Estudiantes de Primaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1463-1481. <https://n9.cl/k1pkod>
- Falebita, O.S., Kok, P.J. Strategic goals for artificial intelligence integration among STEM academics and undergraduates in African higher education: a systematic review. *Discov Educ* 3, 151 (2024). <https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-024-00252-1>
- Feldman-Maggor, Y., Cerratto-Pargman, T., & Viberg, O. (2024, September). Seeing the forest from the trees: Unveiling the landscape of generative AI for education through six evaluation dimensions. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 99-105). Cham: Springer Nature Switzerland. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-72312-4_12
- Flores et al. (2022). Los nuevos paradigmas de la Inteligencia artificial aplicados a la educación. *Revista de Investigación Académica sin Frontera*, 38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8728008>
- Gangotena et al. (2023). Recursos digitales con Inteligencia Artificial para mejorar el Aprendizaje de los Estudiantes de Primaria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 1463-1481. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6967
- García, J., Alor, L., y Cisneros, Y. (2023). Percepción de los tutores virtuales sobre el impacto de la inteligencia artificial en la educación universitaria. *Company Games & Business Simulation Academic Journal*, 3(1), 49-58. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/businesssimulationjournal/article/view/1439>
- García et al. (2020). La inteligencia artificial en la educación. *Dominio de las Ciencias*. 6(3). 648-666. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8231632>
- Giraldo, M. (2017). *Descubrimiento de patrones en interacciones entre estudiantes y plataformas virtuales de educación mediante el uso de analíticas de aprendizaje*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59165>
- Gocen, A., & Aydemir, F. (2020). Artificial intelligence in education and schools. *Research on Education and Media*, 12(1), 13-21. <https://sciendo.com/article/10.2478/rem-2020-0003?content-tab=abstract>

- Golic, Z. (2019). Finance and artificial intelligence: The fifth industrial revolution and its impact on the financial sector. *Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Istočnom Sarajevu*, (19), pp. 67–81. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=828906>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. <https://www.academia.edu/download/64591365/Metodolog%C3%ADvestigaci%C3%B3n.%20Rutas%20cuantitativa,%20cualitativa%20y%20mixta.pdf>
- Hmoud, M., Swait, H., Anjass, E., & Aguaded-Ramírez, E. M. (2024). *Rubric Development and Validation for Assessing Tasks Solving via AI Chatbots*. *Electronic Journal of e-Learning*, 22(6), 01-17. <https://doi.org/10.34190/ejel.22.6.3292>
- Kanont, K., Pingmuang, P., Simasathien, T., Wisnuwong, S., Wiwatsiripong, B., Poonpirome, K., ... & Khlaisang, J. (2024). *Generative-AI, a Learning Assistant? Factors Influencing Higher-Ed Students Technology Acceptance*. *Electronic Journal of e-Learning*, 22(6), 18-33. <https://doi.org/10.34190/ejel.22.6.3196>
- Karsenti, T. (2019). Artificial intelligence in education: the urgent need to prepare teachers for tomorrow's schools. *Formation et profession*, 27(1), pp. 112–116. <http://Doi:10.18162/fp.2019.a166>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. *Technical Report Technical report, EBSE Technical Report EBSE-2007-01*.
- Kurshumova, D. (2024). A snapshot of Bulgarian school teachers' familiarity with use of, and opinions on artificial intelligence at the threshold of its incorporation into the educational process. *Discov Educ* 3, 138. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44217-024-00225-4>
- Kavitha, K., & Joshith, V. P. (2024). Pedagogical Incorporation of Artificial Intelligence in K-12 Science Education: A Decadal Bibliometric Mapping and Systematic Literature Review (2013-2023). *Journal of Pedagogical Research*, 8(4), 437-465. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1456458>
- Li, H., & Wang, H. (2020). Research on the application of artificial intelligence in education. In *2020 15th international conference on Computer Science & Education (ICCSE)* (pp. 589-591). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9201743/>
- Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2024). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100195. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X23000747>

- Mohammed P.S., & Watson E. N. (2019). Towards inclusive education in the age of artificial intelligence: perspectives, challenges, and opportunities. In: Knox J., Wang Y., Gallagher M. (eds) *Artificial Intelligence and Inclusive Education. Perspectives on Rethinking and Reforming Education*. Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8161-4_2
- Mou, X. (2019). *Artificial intelligence: investment trends and selected industry uses*. EMCompass; No. 71. Washington, D.C.: World Bank Group. <https://documents1.worldbank.org/curated/zh/617511573040599056/pdf/Artificial-Intelligence-Investment-Trends-and-Selected-Industry-Uses.pdf>
- Netland, T., von Dzengelevski, O., Tesch, K., & Kwasnitschka, D. (2024). Comparing human-made and AI-generated teaching videos: An experimental study on learning effects. *Computers & Education*, 105164. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105164>
- Ng, A. (2017). *Artificial intelligence is the new electricity*. Speech presented at Stanford MSx Future Forum in California, Stanford. <https://www.youtube.com/watch?v=21EiKfQYZXc>
- Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584915000646>
- PwC. (2019). *¿Sizing the prize Whats the real value of AI for your business and how can you capitalise?* Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>.
- Ramírez, G. (2024). La Inteligencia Artificial (IA) en el estudio de las Ciencias Naturales: Oportunidades y Desafíos. *Revista InveCom/ISSN en línea: 2739-0063*, 4(1), 1-13. <http://www.revistainvecom.org/index.php/invecom/article/view/3027>
- Rodríguez et al. (2023). La Implementación de la Inteligencia Artificial en la Educación: Análisis Sistemático. *Domino de las Ciencias*, 9(3), 2162-2178. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3548>
- Roehrs, A., Da Costa, C. A., da Rosa Righi, R., & De Oliveira, K. S. F. (2017). Personal health records: a systematic literature review. *Journal of medical Internet research*, 19(1), e5876. <https://www.jmir.org/2017/1/e13/We>
- Romero, JM., Ramírez, MS., Buenestado, M. (2023). Use of ChatGPT at University as a Tool for Complex Thinking: Students Perceived Usefulness. *J. New Approaches Educ. Res.* 12, 323–339. <https://link.springer.com/article/10.7821/naer.2023.7.1458>

- Rubia, F. A. (2024). Inteligencia artificial en la educación. Una guía práctica para profesores en la era digital. Instituto Latinoamericano de Desarrollo Profesional Docente Buenos Aires, 2024. In *Forum Aragón: revista digital de FEAE-Aragón sobre organización y gestión educativa* (No. 41, pp. 69-69). Forum Europe de Administraciones de Educación-Aragón. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9412057>
- Sperling, K., Stenberg, C. J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., & Stenliden, L. (2024). In search of artificial intelligence (AI) literacy in Teacher Education: A scoping review. *Computers and Education Open*, 100169. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666557324000107>
- Su, J., & Yang, W. (2022). Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100049. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X22000042>
- Timms, M. J. (2016). Letting artificial intelligence in education out of the box: educational cobots and smart classrooms. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), pp. 701–712. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40593-016-0095-y>
- Uddin, S. J., Albert, A., Ovid, A., & Alsharef, A. (2023). Leveraging ChatGPT to aid construction hazard recognition and support safety education and training. *Sustainability*, 15(9), 7121. <https://doi.org/10.3390/su15097121>
- Wambsganss, T., Janson, A., & Leimeister, J. M. (2022). Enhancing argumentative writing with automated feedback and social comparison nudging. *Computers & Education*, 191, 104644. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104644>
- Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tran, T., & Du, Z. (2024). Artificial intelligence in education: A systematic literature review. *Expert Systems with Applications*, 252, 124167. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417424010339>
- Wartman, S. A., & Combs, C. D. (2018). Medical education must move from the information age to the age of artificial intelligence. *Academic Medicine*, 93(8), 1107-1109. https://journals.lww.com/academicmedicine/fulltext/2018/08000/medical_education_must_move_from_the_information.15.aspx
- Wiboolyasarini, W., Wiboolyasarini, K., Tiranant, P. (2024). Designing chatbots in language classrooms: an empirical investigation from user learning experience. *Smart Learn. Environ.* 11, 32. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40561-024-00319-4>