

Propuesta de categorización de investigaciones *sobre* y aplicaciones de inteligencia artificial *en* educación

Proposal for categorizing research *on* and applications of artificial intelligence *in* education

Proposta de categorização das pesquisas *sobre* e aplicações de inteligência artificial *na* educação

DOI: <https://doi.org/10.18861/cied.2025.16.1.3955>

Juan Manuel Sarochar Risso
Universidad de la Empresa
Uruguay
jmsarochar@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7695-2620>

Resumen

El uso cada vez más amplio e intenso de inteligencia artificial en el ámbito educativo ha conducido a un aumento exponencial de las investigaciones en esa área. Tanto la aplicación de inteligencia artificial en educación como las investigaciones realizadas al respecto recaen sobre diferentes dimensiones de lo educativo, que van desde la gestión a nivel de sistema educativo hasta los procesos de aprendizaje personales de los estudiantes. Si bien existen algunas propuestas de categorizaciones que permiten ordenar, clasificar las diferentes aplicaciones de inteligencia artificial en educación y las investigaciones que de allí se derivan, son propuestas demasiado amplias y, en cierta medida, indefinidas en sus estructuras. A través de un proceso de revisión sistemática, se analizaron diferentes propuestas de categorización referidas al binomio inteligencia artificial – educación, con el fin de llegar a la construcción de una propuesta que incluya a las ya existentes, pero también las trascienda. El resultado es la creación de una categorización estructurada en cuatro dimensiones y ocho subdimensiones, que puede ser utilizada en todos los niveles educativos y es válida tanto para clasificar herramientas de inteligencia artificial aplicadas en educación como también investigaciones sobre la temática.

Palabras clave: educación, inteligencia artificial, aprendizaje automático, categorización, revisión sistemática.

Recibido: 24/09/24
Aprobado: 27/01/25

Cómo citar:
Sarochar Risso, J. M. (2025). Propuesta de categorización de investigaciones sobre y aplicaciones de inteligencia artificial en educación. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 16(1). <https://doi.org/10.18861/cied.2025.16.1.3955>

Abstract

The increasingly widespread and intense use of artificial intelligence in the educational field has led to an exponential increase in research in this area. Both the applications of artificial intelligence in education and the research carried out on it are framed in different dimensions of education, ranging from management at the educational system level to students' personal learning processes. Although some proposals for categorizations allow the different applications of artificial intelligence in education and the research that derives from them to be ordered and classified, these are proposals that are too broad and, to a certain extent, poorly defined in their structures. Through a systematic review process, different proposals for categorizations related to the binomial "artificial intelligence – education" were analyzed to arrive at the construction of a proposal that includes the existing ones but also transcends them. The result is the creation of a categorization structured in four dimensions and eight subdimensions, which can be used at all educational levels and is valid both for classifying Artificial Intelligence tools applied in education and for research on the subject.

Resumo

A utilização cada vez mais difundida e intensa da inteligência artificial na educação tem provocado um aumento exponencial da pesquisa nesta área. Tanto as aplicações da inteligência artificial como as pesquisas realizadas neste contexto abrangem diferentes dimensões da educação, que vão desde a gestão do sistema educacional até os processos individuais de aprendizagem dos alunos. Embora existam propostas de categorização para organizar e classificar as diversas aplicações da IA na educação e as pesquisas decorrentes, muitas são excessivamente amplas e apresentam estruturas pouco definidas. Por meio de uma revisão sistemática, foram analisadas diferentes propostas de categorização relacionadas ao binômio inteligência artificial e educação, com o objetivo de desenvolver uma abordagem que não apenas integre as propostas existentes, mas também as amplie. Como resultado, foi criada uma categorização estruturada em quatro dimensões e oito subdimensões, aplicável a todos os níveis educacionais e válida tanto para classificar ferramentas de inteligência artificial na educação quanto para pesquisas sobre o tema.

Keywords:

education, artificial intelligence, machine learning, categorization, systematic review.

Palavras-chave:

educação, inteligência artificial, aprendizado de máquina, categorização, revisão sistemática.

Introducción y planteamiento del problema

Si bien la incorporación de lo que se conoce como inteligencia artificial (de ahora en más, IA) en el campo educativo comenzó en la década de los años 70, momento en que los investigadores se interesaron en profundizar cómo las computadoras podían ser programadas para actuar de forma automática y personalizada a las necesidades de aprendizaje de cada estudiante (Bloom, 1984; Carbonell, 1970; Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2021), no ha sido hasta hace pocos años que las herramientas de IA aplicadas a los procesos escolares se han difundido de manera extraordinaria a la interna de los sistemas educativos, claro está, con diferencias en la profundidad que alcanza esta difusión según la región del mundo que se trate. Este proceso de crecimiento exponencial del uso de IA en educación se vio potenciado por el cierre temporario de centros educativos como respuesta a la situación generada por la pandemia de COVID-19 (UNESCO, 2021).

Lo anterior ha suscitado el desarrollo de numerosas investigaciones en torno a cuestiones clave referidas al vínculo entre IA y educación (Forero-Corba & Negre, 2024). Algunas se centran en la utilización de la IA para reducir las barreras de acceso a la enseñanza, otras se orientan más a analizar cómo la IA viene siendo aplicada en los procesos de gestión y automatización de la educación, mientras que otros estudios (la mayoría) indagan directamente sobre la optimización de los procesos de enseñanza y aprendizaje (incluida la evaluación de aprendizajes) a través de la aplicación de herramientas de IA (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2020). De manera más específica, diversas investigaciones sobre IA y educación se vienen desarrollando en temáticas tales como rendimiento académico, trabajo colaborativo (entre estudiantes y entre docentes), tutorías inteligentes, deserción escolar, gestión administrativa de las escuelas, entre otras.

Como es esperable, cada uno de los estudios realizados explicita, de forma más o menos concreta, cuál es el área de intervención que posee dentro de las muchas áreas que componen el binomio IA-Educación, lo cual ha ido generando ciertos intentos (la mayoría de las veces tácitos) de categorizaciones al respecto.

Sin embargo, hemos advertido dos tipos de debilidades en estas propuestas de categorías existentes. Por un lado, son construcciones demasiado generales, poco sistemáticas, lo cual las vuelve ambiguas al momento de ser aplicadas con el fin de categorizar estudios y/o aplicaciones en relación a IA y educación. Por otro lado, y como consecuencia de lo anterior, algunos límites internos de las categorizaciones propuestas son sumamente difusos o tienden a solaparse en exceso, lo cual también dificulta la tarea de aplicarlas con nitidez para categorizar estudios y/o aplicaciones en relación a IA y educación.

Ante este problema detectado, esta investigación desarrolla una revisión sistemática de las principales propuestas de categorías existentes respecto a las investigaciones y aplicaciones de IA en educación para, a partir de ellas, proponer una categorización que incluya y —al mismo tiempo— trascienda las propuestas de categorías revisadas.

Antecedentes

Un estudio realizado por Forero-Corba & Negre (2024) concluyó que, a escala mundial, las técnicas de IA aplicadas en educación (tomando desde primaria hasta la universidad) giran principalmente en torno a: detectar el rendimiento académico de los estudiantes de forma temprana, mejorar las habilidades educativas de los docentes, facilitar el aprendizaje de los estudiantes con trastornos del espectro autista, predecir la deserción escolar y tomar decisiones al respecto, mejorar y generar contenido educativo, cerrar brechas educativas.

Este estudio es relevante por cuanto da evidencia de la dispersión temática y multinivel que existe actualmente en lo que refiere a las miradas que se están desarrollando sobre la cuestión. Tal como puede observarse, van desde dimensiones que pasan específicamente por el quehacer docente hasta otras que abordan el manejo de situaciones que afectan el aprendizaje de los estudiantes.

Baker *et al.* (2019) proponen tres amplias dimensiones para agrupar las herramientas basadas en IA que actualmente se aplican en educación:

- herramientas orientadas al estudiante,
- herramientas orientadas al docente,
- herramientas orientadas al sistema.

Al mismo tiempo que proponen estas dimensiones también reconocen que, por su propia amplitud, algunas aplicaciones de IA en educación pueden caer dentro de más de una de ellas.

Por su parte, la UNESCO (2021), desde una perspectiva más amplia, que trasciende la aplicación de IA en aulas e instituciones educativas (aprendizaje con IA), habla de IA en relación a la enseñanza de sus procedimientos (aprendizaje sobre la IA) y de la alfabetización de las personas para vivir en la era de la IA (aprendizaje para la cooperación entre humanos e IA). Asimismo, para el caso de agentes que tienen la tarea de diseñar e implementar políticas educativas (es decir, desempeño a nivel macroeducativo) presenta un esquema de categoría con cuatro dimensiones:

1. gestión e impartición de la educación,
2. aprendizaje y evaluación,
3. empoderamiento de los docentes y mejora de la enseñanza,
4. aprendizaje a lo largo de la vida.

En este caso, las dimensiones propuestas son lo suficientemente amplias como para que muchas aplicaciones de IA puedan situarse en más de una de ellas.

Por su parte, el BID (2020) señala dos grandes dimensiones en lo que refiere a los aportes de la IA en educación:

- aportes a la enseñanza y al aprendizaje,
- aportes en la administración y las políticas educativas.

Dentro de la primera tienen cabida, entre otras, las herramientas de tutorías inteligentes que, en base a los perfiles de los estudiantes y a la interacción con ellos, brindan trayectorias personalizadas de aprendizaje. La segunda dimensión incluye,

por un lado, las aplicaciones de IA destinadas a la automatización de ciertas tareas docentes (principalmente aquellas más rutinarias o que implican acciones repetitivas) y, por otro lado, las destinadas a analizar grandes volúmenes de información a nivel de los sistemas escolares con el objetivo de identificar patrones y diseñar políticas de intervención focalizadas (toma de decisiones basadas en datos).

En el documento final de la Conferencia Internacional sobre la Inteligencia Artificial y la Educación (UNESCO, 2019), se explicitan tres vías a través de las cuales la IA puede contribuir a la mejora de los procesos educativos.

La primera refiere a la **IA para la gestión y la impartición de la educación**: se hace énfasis en los avances relacionados con el tratamiento de grandes volúmenes de datos para transformar los procesos de planificación y ejecución de políticas educativas, integrando herramientas de IA adecuadas para avanzar en el desarrollo de procesos de gestión e impartición de la educación más equitativos, inclusivos, abiertos y personalizados.

La segunda vía refiere al uso de **IA para apoyar la docencia y a los docentes**, haciendo énfasis en las precauciones respecto a que los docentes no sean desplazados por las herramientas de IA. En este sentido, se expresa que, si bien las aplicaciones de IA brindan oportunidades para apoyar el trabajo docente en sus responsabilidades educativas y pedagógicas, la interacción de capacidades humanas debe seguir teniendo un lugar esencial en la práctica educativa.

Por último, la vía de la **IA para el aprendizaje y la evaluación del aprendizaje** refiere a los ajustes de los planes escolares para promover la integración eficaz y eficiente de la IA, así como transformar las metodologías del aprendizaje. De tal modo, se enfatiza en favorecer la intervención de la IA para apoyar los procesos de aprendizaje de tipo adaptativo, como también para aprovechar el análisis de datos con el fin de evaluar las diferentes dimensiones de las competencias de los estudiantes y facilitar la evaluación a gran escala y a distancia.

Algo que caracteriza el contenido de estos distintos casos citados es que si bien no centran la atención de la argumentación en la construcción de categorías para clasificar investigaciones y/o herramientas de IA aplicadas en educación (en ninguno de los documentos citados es ese el objetivo principal), sí recurren al auxilio de ciertas agrupaciones, generales, que posibilitan distinguir ciertas categorizaciones. Tal como quedó expresado en el planteamiento del problema de investigación, los límites de las diferentes dimensiones esgrimidas en estos y otros estudios son tenues e imprecisos, no logrando articular una categorización sistemática del tema, situación que, como vimos, es reconocida por los mismos autores de algunos de estos trabajos.

Especificaciones teóricas fundamentales

Es bien citado el hecho que sobre los sistemas escolares actuales recaen exigencias para que respondan de forma eficaz y eficiente a los desafíos educativos del siglo XXI, mientras que de manera simultánea deben atender demandas más antiguas de acceso y calidad educativa (BID, 2020; UNESCO, 2019).

En este escenario, algunas voces señalan que las tecnologías de IA traen renovadas esperanzas para franquear las barreras de acceso a la educación, automatizar y facilitar procesos de política y gestión educativa, y optimizar la enseñanza y el aprendizaje

en el aula (UNESCO, 2019). Por otra parte, también se señala que la llegada de la IA al campo educativo trae notorias dificultades y resistencias. Hay varios estudios que hablan sobre la baja adopción de las nuevas herramientas de IA por parte de las escuelas (Forero-Corba & Negre, 2024; Horizon Report, 2019; Luckin *et al.*, 2016; Organization for Cooperation and Economic Development [OCDE], 2018).

Ahora bien, en este escenario de potencialidades y resistencias, ¿a qué estamos haciendo referencia cuando hablamos de IA y, específicamente, de IA aplicada en educación?

En la actualidad, el término Inteligencia Artificial (IA) es utilizado para hacer referencia a un amplio abanico de tecnologías digitales de última generación (BID, 2020), no obstante, la IA no es nueva: es un área de las ciencias de la computación que se viene desarrollando desde mediados del siglo XX y se caracteriza por el desarrollo de programas de computadoras que simulen procesos de razonamiento y/o comportamiento humano.

En el transcurso de las últimas décadas, los avances en IA ha conducido al surgimiento de métodos y procedimientos destinados a abordar desafíos específicos, uno de estos avances está representado por la creación de algoritmos de aprendizaje automático o de máquina (*machine learning*), programas computacionales que, en vez de seguir un conjunto de reglas y criterios preestablecidos para llegar a la resolución de una determinada situación, hacen uso de datos preexistentes para generar nuevos algoritmos que permitan resolverla (BID, 2020).

De tal modo, el *machine learning* es una rama de la IA y ambos actúan aplicando el concepto de predicción (Forero-Corba & Negre, 2024; UNESCO, 2021). La IA posibilita que los sistemas computacionales realicen tareas preestablecidas de forma autónoma, el *machine learning*, como parte de la IA, se enfoca en que los sistemas aprendan a partir de datos.

Los investigadores Forero-Corba & Negre (2024) destacan dos similitudes de fondo entre IA y el *machine learning*: ambos tienen como propósito llevar adelante tareas que habitualmente se consideran propias de las personas y, además, ambos utilizan procedimientos matemáticos y estadísticos para analizar datos, con un enorme potencial para revolucionar la forma en que los seres humanos interactuamos con el mundo. Este segundo punto es el que ha brindado la posibilidad, en base al procesamiento de grandes volúmenes de información, de predecir con buen margen de efectividad ciertas situaciones o circunstancias en el campo educativo. Diversas investigaciones en la materia han dado por resultado la creación de algoritmos de *machine learning* que tienen el propósito de apoyar a los educadores en sus tareas, especialmente en la atención de situaciones y/o problemas que existen en casi todos los contextos educativos. Por su parte, la IA ofrece diversas posibilidades a directores de escuelas, docentes y estudiantes para optimizar procesos de tareas rutinarias.

La bibliografía actual identifica tres enfoques de procesos de *machine learning*: supervisado, no supervisado y de refuerzo (UNESCO, 2021). El primero hace uso de datos que han sido previamente etiquetados por seres humanos para, partiendo de ellos, construir modelos que puedan actuar de forma autónoma en el etiquetado de datos similares. En el caso del aprendizaje automático no supervisado, los algoritmos hacen uso de una gran cantidad de datos que no están etiquetados para identificar, de forma autónoma, patrones, agrupamientos, clasificaciones, categorizaciones, que a su vez pueden utilizarse para volver a agrupar o categorizar nuevos datos. En estos dos

enfoques (supervisado y no supervisado), el proceso derivado de los datos utilizados es fijo, es decir, si los datos ingresados cambian el sistema debe volver a realizar todo el análisis nuevamente. A diferencia de ello, el enfoque de aprendizaje automático por refuerzo aplica dinámicas de mejora continua, basadas en retroalimentación; esto es, el sistema recibe unos datos de forma inicial y a partir de ellos genera un modelo que se corrige permanentemente, de manera que el modelo se actualiza y vuelve a actuar sobre la situación que atiende, pero ahora teniendo una interpretación más compleja de la misma.

Algunos algoritmos de aprendizaje automático se desarrollan en base en lo que se denomina como modelos de redes neuronales (*neural networks*), que procuran reproducir el funcionamiento de las redes neuronales biológicas (BID, 2020; UNESCO, 2021). Estas redes neuronales artificiales funcionan en base a la interconexión de tres tipos de procesamiento de datos: un proceso de entrada, varios procesos computacionales intermedios y un proceso de salida que proporciona el resultado final elaborado por la red.

Otro concepto asociado es el de aprendizaje profundo (*deep learning*), que se basa en las denominadas redes neuronales profundas (BID, 2020; UNESCO, 2021). El aprendizaje profundo se basa en la misma lógica que el modelo de redes neuronales, pero con la diferencia que comprende múltiples procesos computacionales intermedios antes del proceso de salida o de resultados.

Aprendizaje automático, redes neuronales, aprendizaje profundo, todos estos avances en los sistemas computacionales han encontrado diversas vías para hacerse presente en el terreno educativo.

El hecho es que la confluencia de los recientes adelantos en el campo de las ciencias computacionales y las necesidades que surgen del quehacer educativo (en todos sus niveles: macro, meso y micro) ha dado por resultado la puesta en escena de variadas aplicaciones de IA con propósitos más o menos específicos. Es, justamente, este resultado el cual requiere ser sistematizado a fin de esclarecer, más allá de divisiones generales y generalizadoras, una categorización que permita una aproximación analítica más precisa al binomio IA – Educación.

Diseño y metodología

La metodología aplicada para identificar documentos que nos permitiera construir una propuesta de categorización en la intersección de IA y educación es la revisión sistemática. En general, esta metodología consiste en el reconocimiento exhaustivo y sistemático de la literatura sobre el estado de la cuestión de interés, combinando resultados de estudios primarios y brindando la posibilidad de superar las limitaciones de los resultados empíricos que proporcionan los estudios individuales por separado (Marín, 2022; Newman & Gough, 2020).

Tomando como referencia las fases de la metodología de revisión sistemática que expone Marín (2022), en esta investigación transitamos por:

1. revisión de mapeado o revisión panorámica,
2. definición de la pregunta - problema de investigación,

3. especificación de criterios de inclusión y exclusión de los documentos,
4. formulación de la estrategia de búsqueda,
5. recogida y depuración de registros,
6. cribado de los documentos,
7. codificación de los estudios,
8. presentación y análisis de resultados.

Las fases 1 y 2 se encuentran abordadas en los títulos *Antecedentes e Introducción y planteamiento de problema*, respectivamente.

Respecto a la fase 3, los criterios de inclusión y exclusión de los documentos se basan en las recomendaciones de Marín (2022) y Zawacki-Richter *et al.* (2020); resultando la siguiente configuración que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión de documentos

Criterio genérico	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Tipo de documento	Investigaciones primarias, revisiones sistemáticas, documentos de organismos internacionales	Que no cumplan con características de investigaciones primarias, revisiones sistemáticas o documentos de organismos internacionales
Fecha de publicación	Publicaciones entre 2019 y 2024	Publicaciones anteriores a 2019
Lengua de publicación	Español e inglés	Diferentes a español e inglés
Plataforma de indexación	Indexado en EBSCO, ERIC, Redalyc	No indexado en EBSCO, ERIC o Redalyc
Plataforma genérica de publicación de documentos	Google Académico	Otras plataformas genéricas de publicación de documentos
Contenido	Que presenten propuestas de categorización de estudios y/o aplicaciones en el campo de IA y educación	Que no presenten propuestas de categorización de estudios y/o aplicaciones en el campo de IA y educación
Nivel educativo	Todos los niveles (inicial o infantil; primario; secundario; universitario)	No corresponde criterio de exclusión
Modalidad educativa	Educación formal	Educación no formal e informal
Origen geográfico	Cualquier país de origen	No corresponde criterio de exclusión
Acceso	Acceso abierto	Acceso restringido

En lo que refiere al tipo de documento, fueron considerados todos aquellos textos que cumplieron con características de investigaciones primarias (con cualquier diseño de investigación) o revisiones sistemáticas, también incluimos documentos elaborados y publicados por organismos internacionales para que la amplitud de búsqueda fuera lo más abarcativa posible. Respecto a la fecha de publicación, fueron seleccionados los documentos publicados durante los últimos cinco años calendario enteros y lo

que va del año 2024 (hasta el mes de agosto incluido), a fin de incorporar la bibliografía más reciente en la temática de interés. La lengua de escritura considerada para los documentos fue inglés o español, en procura de abarcar la mayor cantidad de bibliografía disponible.

Respecto a la plataforma de indexación, se recurrió a las bases de datos EBSCO, ERIC y Redalyc. Las dos primeras por ser habitualmente consultadas en revisiones sistemáticas sobre tecnología educativa (Marín, 2022) y por incluir una amplia bibliografía en inglés; la tercera por ser una importante base de datos de carácter iberoamericano. Por otra parte, tal como se explicita en el criterio de plataforma genérica de publicación de documentos, se optó por incluir el buscador Google Académico con el fin de ampliar las posibilidades de localizar documentos según la temática de interés de esta investigación; además que brinda, indirectamente, la posibilidad de incluir otras bases de datos en la búsqueda operada.

Sobre el criterio que hace referencia al contenido de los documentos, seleccionamos para el análisis solamente los textos que incluían algún tipo de propuesta de categorización de estudios y/o aplicaciones en el campo de IA y educación. Respecto al nivel educativo, la inclusión fue total: esto quiere decir que fueron comprendidas todas las investigaciones, sin restricción alguna por el nivel educativo sobre el cual enfocaran el análisis. Esto permitió incluir categorizaciones y/o análisis que refirieran a diferentes niveles educativos, enriqueciendo, por tanto, la construcción de nuestra propuesta de categorización, la cual es genérica, no restringida a un nivel educativo específico. En relación a la modalidad educativa, solamente fueron considerados par el análisis textos con propuestas de categoría respecto a la educación formal; esto responde a que es en el campo de la educación institucionalizada donde, según lo detectamos al momento del análisis de antecedentes, existe mayor cantidad de investigaciones en el ámbito de la IA y educación. Por su parte, respecto al origen geográfico, el criterio de inclusión de documentos fue total, lo cual permitió abrir el abanico de opciones de procedencia de los documentos. Por último, el criterio de inclusión sobre acceso abierto facilitó, evidentemente, tanto el hallazgo como también la consulta y el análisis de los materiales. La exclusión de documentos con acceso restringido puede plantearse como una limitación de la investigación.

En la fase 4 (formulación de la estrategia de búsqueda) se aplicaron las ecuaciones de búsqueda (incluyendo operadores booleanos) que se encuentran especificadas en la Tabla 2.

Tabla 2

Ecuaciones de búsqueda aplicadas

Tópico generativo	Términos en español	Términos en inglés
Tema 1	"Inteligencia artificial"	"Artificial intelligence"
Tema 2	"Aprendizaje automático"	"Machine learning"
Enfoque educativo	AND "educación" OR "educativo"	AND "education" OR "educational"
Subtema	AND "categorías"	AND "categories"

Para el diseño de estas ecuaciones de búsqueda nos basamos en los aportes y recomendaciones de Zawacki-Richter *et al.* (2020) para el caso de revisiones

sistemáticas en investigación educativa, también en los aportes y recomendaciones de Marín (2022) para el desarrollo de estudios en el campo de tecnología educativa. Asimismo, tomamos como referencia las ecuaciones de búsqueda aplicadas en algunas investigaciones recientes que también realizaron una revisión sistemática en el ámbito de la IA y educación, el más significativo y actual es el caso del estudio de Forero-Corba & Negre (2024).

En la fase 5 (recogida y depuración de registros) se procedió a realizar la búsqueda bibliográfica en las bases de datos ya indicadas y según las ecuaciones de búsqueda especificadas, posteriormente se depuró la bibliografía obtenida mediante la eliminación de duplicados.

La fase 6 (cribado de los documentos) se realizó en dos etapas: en la primera se analizó título y resumen de los textos que salvaron la depuración de la fase anterior; en la segunda, los documentos que no resultaron eliminados en la primera etapa fueron sometidos a análisis de texto completo, realizándose una valoración integral de los documentos o *critical appraisal* (Marín, 2022). En esta segunda etapa de la fase 6 consideramos especialmente la adecuación del contenido de cada texto al problema de investigación planteado, la calidad de los métodos de estudio aplicados y la relevancia de la investigación para el propósito de nuestro trabajo.

En la fase 7 (codificación de los estudios), siguiendo los aportes metodológicos de Marín (2022) y de Newman & Gough (2020), realizamos la codificación de los documentos que salvaron el análisis de texto completo; a partir de los antecedentes y problema de nuestra investigación establecimos un sistema de codificación que utilizamos para extraer la información más relevante de cada documento integrado en la revisión.

Presentación y análisis de resultados

A continuación, procedemos a presentar y analizar los resultados obtenidos, lo cual conforma la fase 8 de la revisión operada.

En la búsqueda primaria realizada en las plataformas de indexación EBSCO, ERIC y Redalyc obtuvimos 13, 48 y 245 documentos, respectivamente. Una vez realizada la eliminación de duplicados y el cribado (primero según título y resumen, después según análisis de texto entero), obtuvimos un total de nueve documentos con aportes sustanciales para los propósitos de esta investigación (ver descripción de los documentos seleccionados en la Tabla 3). De estos nueve documentos, cinco fueron localizados mediante las plataformas de indexación utilizadas y cuatro por medio de Google Académico.

Tabla 3

Documentos seleccionados para el análisis

N°	Título	Temática central	País	Nivel educativo	Año	Referencia
1	Educ-AI-tion Rebooted?	Incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos	Reino Unido	Educación Básica, Secundaria y preuniversitaria	2019	Baker, <i>et al.</i> (2019).

N°	Título	Temática central	País	Nivel educativo	Año	Referencia
2	Beijing consensus on artificial intelligence and education	Incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos	Documento internacional (UNESCO)	General	2019	UNESCO (2019)
3	Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación	Incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos	Documento internacional (BID)	General	2020	BID (2020)
4	Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas	Incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos	Argentina	General	2021	Arana (2021)
5	Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas.	Incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos	Documento internacional (UNESCO)	General	2021	UNESCO (2021)
6	La inteligencia artificial al servicio de la gestión y la implementación en la educación	Incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos	Perú	General	2023	Piedra, <i>et al.</i> (2023)
7	La inteligencia artificial como recurso educativo en educación superior: perspectivas éticas sobre su uso	Incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos	México	Educación Superior	2024	Castillo, <i>et al.</i> (2024)
8	Inteligencia artificial (IA) en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023)	Incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos	Colombia	Educación Básica y Secundaria	2024	Bustamante & Camacho (2024)
9	Clasificación de las Herramientas de la Inteligencia Artificial en la Educación	Características técnicas de aplicaciones de IA y su uso en educación	Venezuela	General	2024	Mujica (2024)

En primer lugar, cabe mencionar la escasa cantidad de documentos que contienen elementos que refieran a alguna propuesta de categorización de estudios y/o aplicaciones sobre IA y educación. De los 306 textos identificados en las plataformas de indexación mediante la aplicación de las ecuaciones de búsqueda, nueve textos representan tan solo un 3 % de ese total. El restante 97 % de los documentos hace referencia a muy variadas temáticas, que van desde el análisis de aplicaciones específicas de IA en el campo educativo, pasando por estudios sobre los desafíos que enfrentan los docentes en el trabajo con IA en el aula, hasta análisis más generales sobre IA y ética en educación.

Respecto a los nueve textos que finalmente fueron seleccionados para el análisis, la temática central que cada uno de ellos aborda no tiene una muy amplia dispersión,

por el contrario, solo dos tipos de temáticas centrales fueron identificadas: incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos y características técnicas de aplicaciones de IA y su uso en educación. Del total, ocho documentos presentan, como tema central desarrollado, la incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos; mientras que uno refiere a las características técnicas de aplicaciones de IA y su uso en educación (ver Tabla 3).

Estos dos tipos de temáticas centrales detectadas en los documentos estudiados no representa un dato trivial, ello habla sobre dónde está posicionado el foco de análisis en la relación IA – Educación: mientras la temática "características técnicas de aplicaciones de IA y su uso en educación" tiene como eje la IA propiamente dicha (los programas informáticos) y su uso en educación, la temática "incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos" posiciona el foco de interés en los sujetos y/o procesos educativos que están bajo la incidencia de las aplicaciones de IA.

Lo anterior no significa que el texto que acentúa sobre las características técnicas de aplicaciones de IA y su uso en educación deje por fuera el análisis de los sujetos y los procesos educativos, pero el punto de partida se centra más en la IA como tal. Lo mismo sucede con los textos que acentúan el análisis en la incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos: no dejan por fuera el abordaje de la IA como tal (como programas informáticos y sus capacidades) pero el punto de partida son los sujetos y/o procesos educativos.

La cuestión de la temática central de los textos analizados también es importante porque observamos que define el tipo de categorización que presentan los mismos respecto a la relación IA – educación. Los textos que tienen como temática central la incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos presentan categorías basadas en ámbitos educativos de incidencia de la IA; mientras que el documento que tiene como eje las características técnicas de aplicaciones de IA y su uso en educación basa su categoría en la funcionalidad técnica de las herramientas de IA y su aplicación en educación (ver Tabla 4).

Tabla 4

Fundamento de la categorización que realiza cada documento

N°	Documento	Base de la categoría propuesta
1	Educ-AI-tion Rebooted?	Según ámbitos educativos de incidencia de la IA
2	Beijing consensus on artificial intelligence and education	Según ámbitos educativos de incidencia de la IA
3	Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación	Según ámbitos educativos de incidencia de la IA
4	Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas	Según ámbitos educativos de incidencia de la IA
5	Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas.	Según ámbitos educativos de incidencia de la IA
6	La inteligencia artificial al servicio de la gestión y la implementación en la educación	Según ámbitos educativos de incidencia de la IA

N°	Documento	Base de la categoría propuesta
7	La inteligencia artificial como recurso educativo en educación superior: perspectivas éticas sobre su uso	Según ámbitos educativos de incidencia de la IA
8	Inteligencia artificial (IA) en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023)	Según ámbitos educativos de incidencia de la IA
9	Clasificación de las Herramientas de la Inteligencia Artificial en la Educación	Según funcionalidad técnica de las herramientas de IA y su aplicación en educación

Así, los documentos que se basan en el análisis de ámbitos educativos de incidencia de la IA proponen categorías constituidas por dimensiones como: personalización de la educación, aportes de la IA en la administración y las políticas educativas o el uso de la IA para el aprendizaje y la evaluación. Por su parte, el texto que se basa en el análisis de las características técnicas de aplicaciones de IA y su uso en educación propone dimensiones como: tutores inteligentes, plataformas de aprendizaje automático, asistentes virtuales, entre otras.

El hecho constatado de que solo uno de los nueve documentos examinados no tenga como temática central de estudio la incidencia de la IA en diferentes ámbitos educativos es importante, dado que indica la tendencia general de investigación en el tema específico que estamos analizando, la cual se inclina de forma contundente hacia los sujetos y/o procesos educativos más que hacia las dinámicas propiamente funcionales de la IA en educación. Como consecuencia de y en coherencia con lo anterior, todas las propuestas de categorías, menos una, toman como eje los ámbitos educativos de incidencia de la IA en lugar de la funcionalidad técnica de las herramientas de IA y su aplicación en educación.

Lo explicitado en el párrafo anterior, que puede parecer un dato baladí, creemos es importante considerarlo, no solo como insumo medular de la propuesta de categorización que expondremos más adelante, sino también en el contexto del debate actual sobre las cuestiones éticas que surgen de la aplicación de IA en educación, aspecto sobre el cual no profundizaremos ya que no es el centro de este estudio.

La Tabla 5 presenta el detalle de la propuesta de categorización que realiza cada documento analizado. Tal como puede observarse, algunas propuestas son similares tanto en estructura como en contenido; por ejemplo, el documento "Educ-AI-tion Rebooted?" (Baker *et al.*, 2019) propone una categoría basada en tres dimensiones:

- IA orientada al estudiante,
- IA orientada al docente,
- IA orientada al sistema.

Por su parte, el documento "Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas" (UNESCO, 2021) propone las siguientes dimensiones:

- el uso de la IA para la gestión y la impartición de la Educación,
- el uso de la IA para el aprendizaje y la evaluación,
- el uso de la IA para capacitar a los docentes y mejorar la enseñanza.

Ambos documentos presentan una categorización estructurada por tres dimensiones, las cuales en ambos casos refieren, en términos generales, a los mismos ámbitos educativos (sistema educativo, estudiantes, docentes).

Por su parte, los documentos "Inteligencia artificial (IA) en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023)" (Bustamante & Camacho, 2024) y "Beijing consensus on artificial intelligence and education" (UNESCO, 2019) también presentan categorías con características similares a las citadas anteriormente. Cuatro documentos presentaron una propuesta de categorización constituida por tres dimensiones y, tal como puede observarse (ver en Tabla 5 los documentos N° 1, 2, 5 y 8), son dimensiones bastante amplias o generalistas.

Por su parte, tres documentos presentaron una propuesta basada en cuatro dimensiones. De forma general, estos tres documentos también son coincidentes en las dimensiones que proponen (ver en Tabla 5 los documentos N° 3, 4 y 6), aunque, de manera más particular, los documentos que más se acercan entre sí son "Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación" (BID, 2020) y "La inteligencia artificial al servicio de la gestión y la implementación en la educación" (Piedra *et al.*, 2023). Por su parte, el documento "Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas" (Arana, 2021) presenta algunas dimensiones un poco más distantes a las planteadas en los otros dos textos, como por ejemplo la dimensión "Detección de comportamientos no deseados y retención de los estudiantes" y "Predicción del rendimiento de los estudiantes".

Tabla 5

Detalle de categorías que propone cada documento analizado

N°	Documento	Dimensiones que comprende cada propuesta de categorización
1	Educ-AI-tion Rebooted?	<ul style="list-style-type: none"> IA orientada al estudiante IA orientada al docente IA orientada al sistema
2	Beijing consensus on artificial intelligence and education	<ul style="list-style-type: none"> La inteligencia artificial para la gestión y la impartición de la educación La inteligencia artificial para apoyar la docencia y a los docentes La inteligencia artificial para el aprendizaje y la evaluación del aprendizaje
3	Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación	<ul style="list-style-type: none"> Aportes de la IA a la enseñanza y al aprendizaje Personalización de la educación Colaboración, juegos y diagnóstico IA en la administración y la política educativas
4	Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación y calificación Detección de comportamientos no deseados y retención de los estudiantes Predicción del rendimiento de los estudiantes Evaluación y generación de recomendaciones

5	Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas.	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de la IA para la gestión y la impartición de la educación • El uso de la IA para el aprendizaje y la evaluación • El uso de la IA para capacitar a los docentes y mejorar la enseñanza
6	La inteligencia artificial al servicio de la gestión y la implementación en la educación	<ul style="list-style-type: none"> • Educación personalizada • La colaboración y el diagnóstico • IA en la administración y políticas de la educación • Aplicaciones de la IA en la enseñanza y aprendizaje
7	La inteligencia artificial como recurso educativo en educación superior: perspectivas éticas sobre su uso	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptación del aprendizaje a cada estudiante • Apoyo académico automatizado • Calificación y retroalimentación automática • Ayudantes digitales en el campus • Anticipación de resultados académicos • Elaboración de materiales educativos • Enseñanza dinámica
8	Inteligencia artificial (IA) en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023)	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de enseñanza • Pedagogía, currículo y formación docente • Gestión educativa
9	Clasificación de las Herramientas de la Inteligencia Artificial en la Educación	<ul style="list-style-type: none"> • Tutores inteligentes o Sistemas de Tutoría Adaptativa • Plataformas de aprendizaje automático (ml) y análisis de datos • Asistentes virtuales y chatbots educativos • Sistemas de recomendación de contenido educativo • Herramientas de creación de contenido educativo • Plataformas de aprendizaje en línea con IA integrada • Sistemas de evaluación automática de trabajos y exámenes • Simulaciones y entornos virtuales de aprendizaje

Por su parte, los documentos "La inteligencia artificial como recurso educativo en educación superior: perspectivas éticas sobre su uso" (Castillo *et al.*, 2024) y "Clasificación de las herramientas de la inteligencia artificial en la educación" (Mujica, 2024) presentan categorizaciones bien distintas entre sí y también a las de los demás documentos. En el caso del primero, la propuesta se centra en educación superior, por lo cual comprende algunas dimensiones específicas a la misma (por ejemplo: ayudantes digitales en el campus). En el caso del segundo, la principal diferencia con los demás es que tiene foco en la funcionalidad técnica de las herramientas de IA y su aplicación en educación, por lo cual presenta dimensiones como: asistentes virtuales y chatbots educativos; simulaciones y entornos virtuales de aprendizaje, entre otras.

Propuesta de categorización

El punto de inicio de la propuesta de categorización que presentaremos a continuación está situado en el problema de investigación que hemos planteado: las propuestas existentes actualmente tienen dos debilidades. Por un lado, son construcciones demasiado generales, poco sistemáticas, lo cual las vuelve demasiado ambiguas y, como consecuencia de lo anterior, algunos límites de las dimensiones propuestas son sumamente difusos o tienden a solaparse en exceso. Por consiguiente, la propuesta de categorización que presentamos aquí procura, en principio, salvar tales debilidades.

Sin perjuicio de lo anterior, veremos que la categorización elaborada toma algunas características (a nuestro juicio, muy pertinentes y valiosas) de las propuestas halladas en los documentos analizados.

Como aspectos clave para una adecuada aprehensión y eventual aplicación de la categorización que hemos diseñado, deben considerarse los siguientes puntos:

1. Es genérica en cuanto a niveles educativos (inicial o infantil, primario, secundario, universitario), pudiendo ser aplicada en todos ellos. Este es un aspecto coincidente con las categorizaciones analizadas en los textos citados, la mayoría son genéricas en sus planteamientos.
2. Principalmente responde a las dinámicas de la educación de tipo formal. En este punto también se asemeja a las categorías propuestas en los textos analizados, donde se apunta principalmente a la educación de tipo institucional-formal.
3. Se fundamenta en los diferentes ámbitos de incidencia de la IA en educación, es decir, en los procesos y/o sujetos de la educación. Si bien atiende la funcionalidad técnica de las herramientas de IA y su aplicación en educación, este no es el punto principal de referencia. Como vimos, ocho de los nueve documentos analizados también se basan en los procesos y/o sujetos de la educación al categorizar la relación IA – Educación.
4. Es operativa tanto para categorizar investigaciones sobre IA y educación como también aplicaciones de IA en educación. Los documentos analizados, si bien no son explícitos en este aspecto, en su mayoría presentan categorizaciones abiertas tanto para investigaciones sobre IA y educación como también aplicaciones de IA en educación.
5. Estructuralmente se constituye por cuatro dimensiones y ocho subdimensiones (dos por cada dimensión); las subdimensiones tienen la función de especificar o definir ámbitos más concretos dentro de cada dimensión.

A continuación, exponemos los componentes (dimensiones y subdimensiones) que constituyen la propuesta de categorización realizada (ver Tabla 6), para luego profundizar en el análisis de cada uno de ellos.

Tabla 6

Propuesta de categorización respecto al binomio IA – educación

Dimensiones	Subdimensiones
IA aplicada en política y gestión educativa a nivel de sistema educativo	Gestión y análisis de datos masivos de los sistemas educativos
	Analítica de aprendizaje (<i>learning analytics</i>) a nivel macro y meso educativo
IA aplicada en gestión educativa a nivel de centro educativo	Analítica de aprendizaje (<i>learning analytics</i>) a nivel micro educativo
	Procesos de administración escolar
IA aplicada a la personalización de la experiencia del estudiante en el aprendizaje y la evaluación	Personalización de la experiencia del estudiante en el aprendizaje y la evaluación a nivel individual
	Personalización de la experiencia del estudiante en el aprendizaje y la evaluación a nivel colaborativo
IA aplicada al apoyo docente en la experiencia de enseñanza y evaluación	Gestión y análisis de datos para realizar diagnósticos y otro tipo de contribuciones específicas vinculadas a la enseñanza y evaluación
	Automatización de tareas rutinarias

La primera dimensión, "IA aplicada en política y gestión educativa a nivel de sistema educativo", incorpora en la subdimensión "Gestión y análisis de datos masivos de los sistemas educativos". Esto refiere, por ejemplo, a la identificación de patrones sociales, demográficos y educativos en la población general de estudiantes para el diseño de políticas y/o estrategias de intervención focalizadas y diferenciadas. También incluye la IA aplicada al fortalecimiento de las capacidades de monitoreo y toma de decisiones de las autoridades en los diferentes niveles del sistema educativo. Por su parte, está presente la subdimensión "Analítica de aprendizaje (*learning analytics*)" a nivel macro y meso educativo, es decir, a nivel de sistema educativo y a nivel intermedio en políticas y prácticas educativas (Uribe *et al.*, 2017), comprende el monitoreo y procesamiento de datos específicamente de aprendizaje de los estudiantes para identificar patrones y tendencias que permita atender a los diferentes alumnos según sus necesidades, así como también estudiar las relaciones entre estas interacciones y variables educativas como el rendimiento o la deserción, entre otras.

La propuesta de esta primera dimensión con sus correspondientes subdimensiones se justifica por la importancia que adquiere actualmente el uso de IA para la toma de decisiones a nivel de sistema educativo (Baker *et al.*, 2019; BID, 2020; UNESCO, 2021), específicamente en el proceso de elaboración y gestión de políticas educativas. A pesar de ello, esta dimensión de aplicación de IA en educación es aún incipiente en comparación con otras. Según Baker *et al.* (2019), las herramientas de IA orientadas al sistema requieren que se compartan datos de las escuelas hacia afuera de las mismas (en vez que los datos queden solo para uso interno de cada centro escolar), lo cual podría explicar, en parte, la relativa escasa difusión de estas aplicaciones.

La segunda dimensión, "IA aplicada en gestión educativa a nivel de centro educativo", comprende la subdimensión "Analítica de aprendizaje (*learning analytics*)" a nivel micro educativo, la cual también refiere a la dinámica de monitoreo y procesamiento

de datos específicamente de aprendizaje de los estudiantes, pero en este caso a nivel de unidad educativa (centro educativo). La subdimensión "Procesos de administración escolar" alude a la IA aplicada a los procesos administrativos de los centros educativos, por ejemplo, en lo que es la organización de los cursos mediante la recepción de las postulaciones de los padres de los alumnos y en la asignación de cupos de manera automática mediante criterios conocidos.

Esta segunda dimensión, al igual que la primera, está adquiriendo cada vez más importancia, pero aún se encuentra en un estadio incipiente de desarrollo. Algunos estudios señalan que, en general, tanto directores de centros escolares como docentes no disponen de una formación adecuada que les permita gestionar de manera eficiente los datos que se generan a la interna de las instituciones educativas (UNESCO, 2021).

La tercera dimensión, "IA aplicada a la personalización de la experiencia del estudiante en el aprendizaje y la evaluación", incluye el conjunto más amplio y conocido de aplicaciones de IA en educación (BID, 2020). La subdimensión "Personalización de la experiencia del estudiante en el aprendizaje y la evaluación a nivel individual" comprende toda la gama de sistemas de enseñanza adaptativos, es decir, plataformas y sistemas de tutoría inteligente que ofrecen trayectorias personalizadas de aprendizaje y, de forma concomitante, evaluación basadas en los perfiles, respuestas, interacciones e incluso reacciones de los estudiantes. La subdimensión "Personalización de la experiencia del estudiante en el aprendizaje y la evaluación a nivel colaborativo" parte del mismo principio que la anterior, pero incorpora el hecho de desarrollar procesos colaborativos (tanto sincrónicos como asincrónicos) entre estudiantes y también entre estudiantes y profesores.

La cuarta dimensión, "IA aplicada al apoyo docente en la experiencia de enseñanza y evaluación", incorpora la subdimensión "Gestión y análisis de datos para realizar diagnósticos y otro tipo de contribuciones específicas vinculadas a la enseñanza y evaluación"; esta subdimensión refiere al uso de algoritmos que, mediante el reconocimiento de patrones en conjunto de datos, pueden detectar ciertos trastornos del aprendizaje como autismo y déficit de atención. Por su parte, la subdimensión "Automatización de tareas rutinarias" comprende las aplicaciones de IA que apoyan a los docentes en la ejecución de tareas repetitivas, como control de asistencia, la corrección automática de pruebas de selección múltiple, o el uso de *chatbots* adaptativos que se ocupan de responder dudas y/o brindar seguimiento personalizado en procedimientos escolares administrativos simples (consulta de calificaciones, gestión de datos personales, gestión de agendas y calendarios, entre otros).

Como puede observarse, la categorización propuesta incorpora, de manera integrada, tanto en sus características y rasgos generales como en lo específico de sus componentes, los principales insumos que fueron identificados en los documentos analizados. Tal como fue manifestado al inicio de este artículo, el objetivo del presente estudio consistió en identificar y describir las diferentes propuestas de categorías referidas al binomio inteligencia artificial – educación para llegar a la construcción de una nueva propuesta que incluyera a las ya existentes, pero también las trascendiera.

Consideraciones finales, limitaciones y proyecciones

Que lo planteado aquí sea una propuesta implica, en primera instancia, que es una proposición o idea que se ofrece, en este caso, como herramienta para la categorización de investigaciones y/o aplicaciones de IA en educación; indudablemente, tendrá que ser puesta en práctica para identificar la utilidad real que posee.

Lo anterior lleva a otra consideración importante: es una propuesta que pretende ser dinámica, esto significa que la detección de sus limitaciones permitirá avanzar en la construcción de otras propuestas, más complejas, más holísticas, que logren interpretar mejor la realidad. Por el propio desarrollo metodológico de esta investigación, donde, por ejemplo, no se consideraron documentos con acceso restringido (tal como se lo expresó oportunamente), la categorización realizada es, sin dudas, revisable y perfectible.

Lo anterior es sumamente importante por las características del ámbito mismo en el que se encuentra inmersa esta investigación y, en particular, la propuesta presentada: la IA aplicada en educación se encuentra en sus primeras etapas en lo que refiere a la difusión masiva de las herramientas diseñadas. Muchas investigaciones, además de profundizar en las características actuales de las herramientas de IA en el campo educativo, proyectan usos de aplicaciones de IA con el potencial de transformar profundamente las dinámicas educativas tal como las conocemos en la actualidad. Lo anterior necesitará, sin lugar a dudas, nuevas categorizaciones que nos ayuden a comprender mejor los procesos desencadenados.

Notas:

Aprobación final del artículo:

Dra. Verónica Zorrilla de San Martín, editora responsable de la revista.

Contribución de autoría:

Juan Manuel Sarochar Risso: conceptualización, curación de datos, investigación, metodología, administración, visualización, escritura del borrador, revisión del manuscrito.

Disponibilidad de los datos:

El conjunto de datos que apoya los resultados de este estudio no se encuentran disponibles para su uso público, pero es posible que sean solicitados al autor mediante el correo electrónico.

Referencias

- ARANA, C. (2021). Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas. *INNOVA UNTREF. Revista Argentina de Ciencia y Tecnología*, 1(7).
- BAKER, T., SMITH, L., & ANISSA, N. (2019). *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. NESTA. <https://www.nesta.org.uk/report/education-rebooted/>
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (2020). *Usos y efectos de la inteligencia artificial en educación*. <http://dx.doi.org/10.18235/0002380>

- BLOOM, B. (1984). The 2 Sigma Problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16.
- BUSTAMANTE, R., & CAMACHO, A. (2024). Inteligencia artificial (IA) en las escuelas: una revisión sistemática (2019-2023). *Enunciación*, 29(1), 62-82. <https://doi.org/10.14483/22486798.22039>
- CARBONELL, J. (1970). AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 11(4), 190–202.
- CASTILLO, B., CALDERÓN, A., HUMANANTE, M., CHANG, C., & OJEDA, J. (2024). La inteligencia artificial como recurso educativo en educación superior: perspectivas éticas sobre su uso. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 3950-3965. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12622
- FORERO-CORBA, W., & NEGRE BENNASAR, F. (2024). Techniques and applications of Machine Learning and Artificial Intelligence in education: a systematic review. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1), 209-253.
- HORIZON REPORT (2019). *EDUCAUSE: Higher Education Edition*. <https://library.educause.edu/resources/2019/4/2019-horizon-report>
- LUCKIN, R., HOLMES, W., GRIFFITHS, M., & FORCIER, L. (2016). *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*. Pearson Education.
- MARÍN, V. (2022). La revisión sistemática en la investigación en Tecnología Educativa: observaciones y consejos. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 13, 62-79.
- MUJICA, R. (2024). Clasificación de las Herramientas de la Inteligencia Artificial en la Educación. *Revista Internacional Tecnológica – Educativa Docentes 2.0*, 17(1). <https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.513>
- NEWMAN, M., & GOUGH, D. (2020). Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. En O. Zawacki-Richter, M. Kerres, S. Bedenlier, M. Bond, & K. Buntins (Eds.), *Systematic Reviews in Educational Research* (pp. 3-22). Springer.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (2021). *Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas a cargo de formular políticas*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379376>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (2019). *Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial y la educación. Documento final de la Conferencia Internacional sobre la Inteligencia Artificial y la Educación. Planificación de la educación en la era de la inteligencia artificial: dirigir los avances*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- ORGANIZATION FOR COOPERATION AND ECONOMIC DEVELOPMENT (2018). *AI: Intelligent Machines, Smart Policies. Conference Summary*. https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/ai-intelligent-machines-smart-policies_f1a650d9-en
- PIEDRA, J., SALAZAR, I., VILCHEZ, C., CORTEZ, H., GARCÍA, B., & AMAYA, K. (2023). *La inteligencia artificial al servicio de la gestión y la implementación en la educación*. Mar Caribe. <https://doi.org/10.31219/osf.io/z2y7c>

URIBE, M., BERKOWITZ, D., TORCHE, P., GALDAMES, S., & ZORO, B. (2017). *Marco para la gestión y el liderazgo educativo local: desarrollando prácticas de liderazgo intermedio en el territorio*. Líderes Educativos.

ZAWACKI-RICHTER, O., KERRES, M., BEDENLIER, S., BOND, M., & BUNTINS, K. (Eds.). (2020). *Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application*. Springer.