

Artículo de Investigación

Revisión PRISMA sobre el Aprendizaje Automático en la educación: Retos sociales y oportunidades en la formación de ciudadanos del mañana

PRISMA Review on the implementation of Machine Learning in education: Social challenges and opportunities in shaping the citizens of tomorrow

Manuel Reina-Parrado¹: Universidad de Sevilla, España.

mreinap@us.es

Pedro Román-Graván: Universidad de Sevilla, España.

proman@us.es

Carlos Hervás-Gómez: Universidad de Sevilla, España.

hervas@us.es

Fecha de Recepción: 13/08/2025

Fecha de Aceptación: 14/09/2025

Fecha de Publicación: 19/09/2025

Cómo citar el artículo

Reina-Parrado, M., Román-Graván, P. y Hervás-Gómez, C. (2026). Revisión PRISMA sobre el Aprendizaje Automático en la educación: Retos sociales y oportunidades en la formación de ciudadanos del mañana [PRISMA Review on the implementation of Machine Learning in education: Social challenges and opportunities in shaping the citizens of tomorrow]. *European Public & Social Innovation Review*, 11, 01-26. <https://doi.org/10.31637/epsir-2026-1620>

Resumen

Introducción: Las fronteras entre la humanidad y la inteligencia artificial se están desdibujando, lo que plantea desafíos importantes en el ámbito educativo. Aunque las instituciones muestran interés en incorporar tecnologías como ChatGPT, persisten debates sobre su impacto en la formación de ciudadanos críticos y líderes del futuro. **Metodología:** Esta revisión sistemática, guiada por el método PRISMA, analiza estudios sobre el uso de herramientas de IA en contextos escolares, combinando enfoques cualitativos para valorar su

¹ **Autor Correspondiente:** Manuel Reina-Parrado. Universidad de Sevilla (España).

relevancia pedagógica y cuantitativos para identificar tendencias de publicación. **Resultados:** Si bien muchas investigaciones se centran en disciplinas científicas donde la IA ya está integrada, los hallazgos revelan que el ámbito educativo aún enfrenta dificultades para adaptarse a estas tecnologías, lo que podría agravar las desigualdades existentes. **Discusión:** La incorporación de IA en la educación requiere estrategias que consideren no solo la dimensión tecnológica, sino también los factores sociales, éticos y pedagógicos que influyen en su implementación efectiva. **Conclusiones:** Se destaca la necesidad de avanzar en investigaciones con enfoques sociológicos y educativos que permitan diseñar políticas y prácticas eficaces para integrar la inteligencia artificial en el sistema escolar, formando estudiantes críticos, éticos y competentes en una sociedad cada vez más digitalizada.

Palabras clave: Inteligencia Artificial; Machine Learning; Chatbot; Educación; ChatGPT; Tecnología; Formación docente; IA escolar.

Abstract

Introduction: The boundaries between humanity and artificial intelligence are becoming blurred, posing significant challenges in the field of education. Although institutions are showing interest in incorporating technologies such as ChatGPT, debates persist about their impact on the development of critical citizens and future leaders. **Methodology:** This systematic review, guided by the PRISMA method, analyses studies on the use of AI tools in school contexts, combining qualitative approaches to assess their pedagogical relevance and quantitative approaches to identify publication trends. **Results:** While much research focuses on scientific disciplines where AI is already integrated, the findings reveal that the educational field still faces difficulties in adapting to these technologies, which could exacerbate existing inequalities. **Discussion:** The incorporation of AI in education requires strategies that consider not only the technological dimension, but also the social, ethical, and pedagogical factors that influence its effective implementation. **Conclusions:** There is a need to advance research with sociological and educational approaches that enable the design of effective policies and practices for integrating artificial intelligence into the school system, training critical, ethical and competent students in an increasingly digitalised society.

Keywords: Artificial Intelligence; Machine Learning; Chatbot; Education; ChatGPT; Technology; Teacher Training; Scholar AI.

1. Introducción

1.1. Un mundo globalizado

Llegará el día en que las tecnologías sean capaces de hacer todo lo que hace un ser humano. A decir verdad, es difícil vivir sin los recursos tecnológicos que en los últimos años han cambiado la vida tal y como la conocíamos, dando paso a lo que conocemos como globalización tecnológica (Kuleto *et al.*, 2021; Rodríguez-García *et al.*, 2020).

Estas tecnologías han tenido un gran impacto en el ámbito educativo, ya que ha permitido una mayor conectividad entre instituciones educativas, docentes y estudiantes, así como una mayor accesibilidad a recursos y materiales educativos (Hoosain *et al.*, 2020). En primer lugar, las tecnologías educativas han llevado al desarrollo de plataformas de educación en línea y a la creación de una variedad de recursos educativos multimedia, lo que ha mejorado la calidad de la enseñanza y ha ampliado el alcance de la educación.

La globalización tecnológica también ha permitido el desarrollo de nuevos modelos de educación, como la educación móvil y el aprendizaje autodirigido, lo que ha mejorado la flexibilidad y la personalización de la educación. Y, entre todas estas mejoras que la tecnología ha traído consigo para mejorar el ámbito educativo, la IA está rebosante de gran fuerza y presencia (Hoosain *et al.*, 2020; Jeong, 2020).

Durante los últimos años, esta herramienta está teniendo mucho peso dentro de la sociedad, a través del uso de Chatbots (ChatGPT, DALL-E) (Li, 2022; Stokel-Walker, 2022) que se han vuelto muy populares entre los usuarios. Teniendo en cuenta el creciente impacto y las mejoras que están experimentando estos programas, se puede decir que el futuro está en manos de la IA.

1.2. El concepto de Inteligencia Artificial

La IA es un tipo de software, definido como la capacidad de las máquinas de hacer lo mismo que la mente humana a través de acciones como percibir, razonar, aprender, comunicarse y actuar en entornos completos igual o mejor que los humanos (Chatterjee y Bhattacharjee, 2020).

Esto hace que tengan un gran valor en aquellas actividades mecánicas sujetas a error humano por lo repetitivas que son; pudiendo ahorrar tiempo y dinero a los trabajadores para las entidades que optan por la IA. Algunos ejemplos son la correcta administración de tratamientos médicos o el análisis de los perfiles de los estudiantes para la aplicación de metodologías educativas específicas (Nicoletti y Oliveira, 2020).

La concepción del uso de la IA en el ámbito educativo se encuentra en lo que se denomina el periodo de incubación, tanto porque las diferentes tecnologías que surgen llegan al último lugar en la educación, como porque la educación siempre se ha considerado como un hecho que un ser humano debe realizar (Nicoletti y Oliveira, 2020). Es por ello que muchos profesionales se muestran reacios a utilizar la IA, ignorando que ambas pueden coexistir: ser la parte humana encargada de encontrar las necesidades del aula y la IA, que se encarga de suplirlas (Chatterjee y Bhattacharjee, 2020; Kadhim y Hassan, 2020).

Por lo tanto, la IA es una herramienta muy valiosa para los problemas relacionados con la falta de motivación y el abandono escolar que enfrenta la educación actualmente. La IA también plantea un terreno todavía bastante inexplorado en el ámbito educativo (García-Corretjer, 2022).

1.3. La IA en el contexto actual

La aparición de programas actuales que hacen uso de la IA cada vez más perfecta y con acciones más indistinguibles de cualquier humano está generando mucha controversia en los diferentes campos en los que se aplica (Thompson *et al.*, 2018; Winkler y Söllner, 2018).

Existen programas que hacen ilustraciones digitales que pueden ser suplantadas por cualquier artista (DALL-E); y otros que puedan redactar un trabajo académico que haga que el usuario apruebe una asignatura en cualquier nivel de estudios. Pues bien, ¿a qué se reduce el ser humano si no podemos distinguir su obra de la realizada por un ordenador? (Li, 2022; Stokel-Walker, 2022).

Por esta razón, diferentes instituciones educativas están prohibiendo e inhabilitando el uso de la IA dentro de sus campus para evitar que los estudiantes se presenten a los exámenes y trabajen con esta herramienta. Esta medida cuenta con numerosos apoyos y también detractores a partes iguales (Stokel-Walker, 2022).

La cuestión es que la IA ha llegado para quedarse. Esta tecnología, que ya se está popularizando, se irá perfeccionando con el tiempo. Rechazarlo solo será un obstáculo para el imparable avance tecnológico de la sociedad (Kuleto *et al.*, 2021). Como docentes, tenemos la obligación de renovarnos y aceptar el rumbo que tome la humanidad para que nuestros alumnos sean en el futuro ciudadanos que sepan adaptarse a las circunstancias que les rodean (Jeong, 2020).

Por ello, es fundamental que la sociedad conozca el concepto de IA y lo que significa tener en sus manos una herramienta que hace que los datos estén disponibles de forma más eficiente y rápida que cualquier navegador de internet. En este caso, el ML será la clave para dominar el funcionamiento de este tipo de programas informáticos, consiguiendo que se desarrollen y mejoren cada vez más.

1.4. Contexto de machine learning y su importancia dentro de la IA

Su *et al.* (2022), definen el término Machine Learning como la capacidad basada en algoritmos y técnicas que tienen los ordenadores para aprender automáticamente y mejorar su rendimiento en tareas concretas sin necesidad de ser programados explícitamente.

Al ser una rama de la IA, el ML hace uso de una serie de datos procesados estadísticamente para dar lugar a respuestas que mejorarán significativamente cuantos más usuarios utilicen el programa (Kuleto *et al.*, 2021; Nicoletti y Oliveira, 2020), ya que de esta manera el software tendrá más datos para analizar y su confiabilidad será mayor. Cuando esta cantidad de datos es lo suficientemente grande, se denomina Big Data (Su *et al.*, 2022).

La combinación de técnicas de aprendizaje automático con grandes conjuntos de datos permite a las organizaciones descubrir patrones y tendencias que de otro modo serían difíciles de detectar, lo que a su vez les permite tomar decisiones informadas y mejorar sus operaciones. Por lo tanto, el ML es un proceso vital para perfeccionar una IA, entrenándola para que sea capaz de cubrir cualquier situación (Jeong, 2020).

En este sentido, las técnicas de análisis ML ayudan a las Inteligencias Artificiales a tratar la información proporcionada, analizando las técnicas utilizadas por los estudiantes para aprender de manera que el algoritmo se defina para procesar mejor las necesidades de aprendizaje de los estudiantes (Hoosain *et al.*, 2020; Kubsch *et al.*, 2022).

1.5. La IA puesta en práctica: Chatbots

Algunos ejemplos de aplicaciones que utilizan la IA son los Chatbots (CB): programas que permiten la interacción entre personas y máquinas de forma oral o escrita. Se basan en la generación, clasificación y predicción de objetos que posteriormente reconocen; permitiendo, por tanto, mantener conversaciones con los usuarios (Bailey, 2019).

Durante los últimos años, Microsoft (Cortana), Apple (Siri) y Google han sido los principales impulsores del desarrollo de programas basados en IA que utilizan asistentes virtuales con comunicación oral. Ciertas empresas, como los bancos, han implementado estos programas en sus sitios web para establecer una conexión directa con los consumidores.

En el ámbito educativo, los Chatbots han sido probados en diferentes áreas como la medicina, las matemáticas o los idiomas; aunque experimentalmente (Thompson *et al.*, 2018; Vijayakumar *et al.*, 2019; Winkler y Söllner, 2018).

El uso de estos programas como herramienta de apoyo a la educación supone una amplia mejora de las habilidades lingüísticas y comunicativas; como la expresión escrita, la comprensión lectora, la oratoria y la capacidad auditiva. Dado que los CB ofrecen retroalimentación instantánea, los estudiantes pueden utilizarlos como tutores personales para mejorar aquellas habilidades que requieren una práctica constante (Rodríguez-García *et al.*, 2020; Vázquez-Cano *et al.*, 2021).

Como afirman Lee *et al.* (2022), apostar por la BC significa reconocer que la educación está cambiando, y que la enseñanza debe tener en cuenta el rumbo que tomará la sociedad. Por esta razón, se puede decir que estas herramientas llegaron para quedarse; revolucionando la escuela y creando un panorama que hasta ahora era inusual (Chong & Curtis, 2020).

1.6. La revolución de la IA y la ética

La llegada de la IA a la educación no ha sido un camino de rosas. Aunque su entrada en pequeños pasos no ha sido muy sonada debido al desconocimiento generalizado de esta herramienta, la creciente mejora del software basado en Machine Learning ha provocado que esta herramienta sea cada vez más conocida, para bien y para mal (Chong y Curtis, 2020).

Existen herramientas como ChatGPT que en los últimos tiempos han creado polémica en instituciones educativas de todo el mundo, optando en muchos casos por prohibir el acceso a esta herramienta por considerar que su trabajo es tan impecable que está más cerca del plagio que de una mera herramienta (Li, 2022; Stokel-Walker, 2022).

Este escenario nos hace replantearnos la situación de la IA y la educación; Pues bien, si ya existe una herramienta capaz de realizar un trabajo con tal precisión que no puede ser distinguida por profesores expertos en la materia, ¿qué sentido tiene negar su existencia y seguir funcionando de la misma manera que se ha hecho? (García-Corretjer, 2022).

Con el tiempo, las IA serán cada vez más precisas. ChatGPT ha evolucionado, sacando su cuarta versión que mejora el algoritmo de este y da respuestas cada vez más precisas, mejora hasta tal punto que está aprendiendo de las interacciones que está teniendo con los humanos.

Así es como incluso aprende a medida que interactúa con la retroalimentación que tiene con quienes lo prueban. Y cuando llegue ese momento, el ser humano debe haberse adaptado a convivir y hacer uso de esta tecnología en lugar de intentar competir con ella (García-Corretjer, 2022).

Cuando llegue el momento en que todo el mundo tenga a su disposición un Chatbot que aprenda sus patrones y perfeccione su rendimiento, el mundo tal y como lo conocemos cambiará. Por lo tanto, la educación debe ser pionera y dar cabida a estos programas para que los estudiantes crezcan de la mano de lo que será la tecnología de su futuro.

1.7. Aplicaciones de la IA y el ML en la educación

De acuerdo con los estudios revisados (Kadhim y Hassan, 2020; Nicoletti y Oliveira, 2020), es evidente la utilidad y el potencial que el uso de CB de forma educativa para trabajar con los estudiantes puede aportar a la renovación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

De esta forma, los alumnos se acostumbrarán al uso de estos programas informáticos y los utilizarán para aprender por su cuenta (Chang *et al.*, 2022).

Existen estudios que demuestran la eficacia del CB en diferentes metodologías educativas (Khan *et al.*, 2021; Kubsch *et al.*, 2022; Zammit *et al.*, 2022), enfocados principalmente en el entorno universitario para automatizar procesos y facilitar el trabajo de los futuros profesionales.

Si bien es cierto que la dificultad del uso de la IA para personas sin un nivel adecuado de competencia digital puede ser alta, no podemos obviar las evidencias que muestran la necesidad y las virtudes del uso de la IA en las escuelas (Zammit *et al.*, 2022).

Por esta razón, ignorar las herramientas existentes considerando el funcionamiento del ML, hace que el avance de la IA sea mucho más lento de lo que podría ser; porque las inteligencias artificiales no están recogiendo datos de los escolares (Rodríguez-García *et al.*, 2020).

Esto crea la necesidad de que el profesorado ayude a mejorar el algoritmo incluyendo la IA en sus metodologías, haciendo que el aprendizaje desde casa utilizando estos programas sea perfecto con el tiempo (Chang *et al.*, 2022; Cuatrecasas-Monforte *et al.*, 2022).

1.8. Trabajar con IA y ML: el alumnado

Autores como Pikhart y Klímová (2020) y Khan *et al.*, (2021) demuestran que el uso de la IA en la educación no solo tiene las virtudes que se han mencionado en este informe, sino que también es muy bien recibido por los estudiantes.

La IA, como parte del resto de elementos utilizados en la tecnología educativa, aporta un gran componente motivador en el desarrollo de metodologías dentro del aula, dando lugar a nuevas formas de entender el proceso de enseñanza-aprendizaje más allá de la enseñanza tradicional (Chang *et al.*, 2022; Kadhim y Hassan, 2020).

En este sentido, es necesario saber que las preocupaciones de los estudiantes han cambiado con el tiempo, adaptándose a una nueva realidad cada vez más globalizada que poco tiene que ver con aquella a la que el sistema educativo pretende dar respuesta (Vázquez-Cano *et al.*, 2021).

Trabajar con IA aportará una visión diferente a este sistema educativo que, quizás se ha quedado obsoleto, dando a los estudiantes los conocimientos que necesitan para las profesiones que desempeñarán en el futuro mientras se divierten aprendiendo de una manera mucho más cercana a la forma en que pasan su tiempo libre (Lee & Yeo, 2022; Rodríguez-García *et al.*, 2020).

El aprendizaje de los estudiantes no está muy alejado del concepto de ML que se ha definido anteriormente (Chang *et al.*, 2022). Ambos recopilan la información que se les proporciona, tomándola como veraz e incluyéndola dentro de su conocimiento; que utilizarán para resolver problemas en el futuro. Por lo tanto, es nuestro deber ayudar a los estudiantes a no quedarse obsoletos en un mundo que cambia a pasos agigantados.

1.9. Formación del profesorado en IA y ML

Como se ha visto, conocer el funcionamiento interno de la IA puede resultar muy complicado para el usuario promedio. Si bien no es posible que todos adquieran los conocimientos necesarios para programar una IA, sí es posible enseñar a la sociedad a utilizar, a nivel de usuario básico, este tipo de programas (Khan *et al.*, 2021).

El conocimiento de la sociedad sobre la IA debe ir de la mano de una educación que haga entender a los usuarios el potencial del instrumento en cuestión y las posibilidades que les ofrece (Zammit *et al.*, 2022). Pues bien, conociendo las posibilidades que aporta al ML, cuantos más usuarios utilicen la IA, más se perfeccionará.

Por ello, será fundamental incluir el concepto y desarrollo de la IA de forma transversal en el currículo escolar (Soysal *et al.*, 2022); Adaptar los currículos para que puedan satisfacer las necesidades en el campo de la ciencia y la tecnología desde una edad temprana permitirá a los países contar con más personas talentosas en estas áreas (Mengmeng *et al.*, 2019), lo que les permitirá crecer con el tiempo.

Sin embargo, se debe formar al profesorado para que adquiera las competencias que le permitan utilizar este tipo de programas para desarrollar nuevas metodologías que satisfagan estas nuevas necesidades de la sociedad, por lo que la formación del profesorado es de gran importancia para ello (Vázquez-Cano *et al.*, 2021).

Por ello, y como justificación para el próximo proyecto, existe una clara necesidad de seguir explorando todo lo que la IA puede ofrecernos en el ámbito educativo; debido a que el uso de esta tecnología en la escuela se encuentra en una etapa prematura, pero con altas expectativas por parte de expertos que consideran que puede facilitar en gran medida la personalización de la educación y ahorrar tiempo a los docentes en tareas rutinarias (Jara y Ochoa, 2020).

1.10. Necesidad de una revisión de la literatura

En educación, la IA es un campo tan interesante como novedoso debido a la poca formación que tienen los profesores en pensamiento computacional y a la alta dificultad de conocer esta disciplina desde cero. Por ello, es fundamental conocer la forma en la que se está aplicando la IA y los métodos más efectivos para estudiar cómo podemos aplicarlos en el ámbito educativo (Chang *et al.*, 2022; Chong y Curtis, 2020; Cuatrecasas-Monforte *et al.*, 2022).

Para conocer el estado de la cuestión, se propone realizar una revisión sistemática que muestre la forma en la que se está utilizando el ML dentro de la IA, dándonos una perspectiva novedosa de la forma en que la tecnología está revolucionando el mundo, de manera que podamos preparar a los estudiantes para que sepan utilizar las herramientas que tendrán a su disposición en el futuro.

De acuerdo con Zawacki-Richter *et al.* (2019), el propósito de realizar una revisión sistemática es responder preguntas específicas a partir de una estrategia de búsqueda explícita, sistemática y replicable, con criterios de inclusión y exclusión para clasificar los estudios. Por lo tanto, los datos se codifican y se extraen de los estudios para sintetizar los hallazgos y comprobar tanto sus virtudes en la aplicación práctica como sus contradicciones o problemas.

El proceso de inclusión de avances tecnológicos como la IA en las clases es un proceso lento y difícil (Prendes-Espinosa y Cerdán-Cartagena, 2021). Por lo tanto, una revisión de la producción científica más actual sobre la IA en educación puede proporcionar una visión analítica y detallada del estado de la investigación en este campo.

1.11. El método PRISMA

La declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) nace como una guía que serviría a los investigadores para realizar revisiones sistemáticas siguiendo el mismo patrón que unifica todos los procesos para llegar a un resultado realmente útil para futuros estudios del tema en cuestión (Page *et al.*, 2022; Urrútia y Bonfill, 2010).

PRISMA está compuesto por 27 ítems a seguir dentro de la investigación, dando como resultado conclusiones que permiten conocer los avances que se han realizado en un tema específico que viene dado por los criterios utilizados en la investigación para seleccionar un área fija (Page *et al.*, 2022; Urrútia y Bonfill, 2010).

Las revisiones sistemáticas son un proceso vivo, por lo que se debe limitar un periodo de tiempo a partir del cual los artículos que se publican no tienen cabida en la revisión; por lo que es recomendable seguir ampliándola con estos nuevos artículos el mayor tiempo posible (Page *et al.*, 2022; Su *et al.*, 2022; Talan, 2021; Urrútia y Bonfill, 2010).

Centrándonos en el tema del informe, IA y Machine Learning dentro de la educación, es cierto que el tema es novedoso, por lo que el tema está empezando a expandirse cada vez más (Peramunugamage *et al.*, 2022). Por esta razón, una revisión sistemática siguiendo el método PRISMA puede llevar a la clarificación del tema para futuros investigadores que quieran dedicarse al estudio del Machine Learning en el ámbito educativo (Su *et al.*, 2022; Talan, 2021).

2. Objetivos

Esta investigación tiene dos objetivos generales:

- a) Recopilar información bibliográfica relevante relacionada con las publicaciones que predominan en la materia.
- b) Analizar las conclusiones de estas publicaciones y ver qué ha aportado a la educación el uso de la IA a través de Chatbots basados en machine learning.

Para cumplir con estos objetivos, se ha realizado una subdivisión en objetivos específicos para que sea más fácil responder a ellos a través del análisis:

- O1. Analizar cómo se está aplicando la IA utilizando CB basado en ML dentro del ámbito educativo.
- O2. Conocer la opinión que se desprende de la revisión realizada por docentes y alumnos sobre la aplicación de la IA en el aula.
- O3. Conocer los programas informáticos de IA más utilizados en el ámbito educativo.

2. Metodología

Este documento consiste en una revisión sistemática de artículos relacionados con la IA en la educación. Para ello, se ha utilizado la metodología PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses o Preferred Report Elements for Systematic Reviews and Meta-analysis (Urrutia & Bonfill, 2010; Hutton *et al.*, 2016; Page y Moher, 2017).

Como se ha explicado, PRISMA consta de 27 ítems que se utilizan como guía para realizar una revisión que sea útil para los usuarios (Hutton *et al.*, 2016). En ese sentido, la declaración PRISMA de 2009 fue ampliamente aceptada y utilizada; dando lugar al desarrollo de la declaración PRISMA 2020, que es la utilizada en este informe, cuya principal virtud es que permite realizar revisiones sistemáticas "en vivo", es decir, aquellas que pueden actualizarse constantemente (Page *et al.*, 2021).

3. Procedimiento

3.1. En Identificación y selección de artículos

La revisión sistemática se centró en tres criterios fundamentales de inclusión:

- a) Machine Learning,
- b) Educación,
- c) Inteligencia Artificial.

Aquellos artículos que cumplen con estas tres condiciones son seleccionados para su revisión.

Este cribado se aplicó en las bases de datos consideradas más relevantes en cuanto a artículos científicos indexados internacionalmente: Scopus, Web of Science (WoS) y ERIC.

Esto se realizó mediante una búsqueda deductiva utilizando palabras clave como filtro principal y utilizando cadenas de búsqueda que hacen uso de criterios booleanos para el filtrado mediante la búsqueda de "Machine Learning" AND "Education" AND "Artificial Intelligence".

Los valores mencionados anteriormente corresponden a un primer filtrado dentro de la búsqueda. Los artículos se exportaron a una hoja de cálculo en formato Excel para su posterior revisión.

En el caso de que, una vez aplicados estos parámetros, el artículo en cuestión se considerara de interés, se enviaron a una plataforma externa para procesar la información (Mendeley, en su versión de escritorio). Mendeley es un programa de software libre para la gestión de referencias bibliográficas, permite a los usuarios recopilar, gestionar y citar investigaciones de todo tipo. Importa datos directamente de las páginas web visualizadas y compatibles con los formatos de archivo utilizados por ese programa (Barsky, 2010).

Mendeley también permite clasificar cada manuscrito en carpetas individuales para cada base de datos utilizada, mostrando detalles bibliográficos como el lugar o la fecha de publicación; permitiendo un fácil acceso a los datos para su análisis. Por último, da la posibilidad de tomar notas en los artículos, pudiendo clasificarlos.

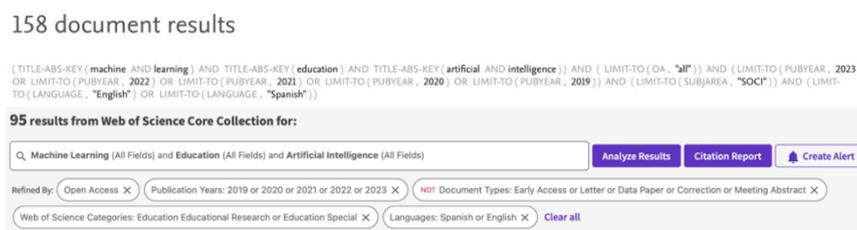
3.2. Buscar, filtrar y seleccionar documentos

Después de aplicar los criterios booleanos de la búsqueda: “Machine Learning” AND “Education” AND “Artificial Intelligence”, y limitar los documentos a aquellos cuyo texto completo es accesible y finalmente se publican (no en versión preprint o preprint), se aplicaron los primeros criterios de exclusión (Figura 1):

- Filtrado por año de publicación, siendo 2019 el año máximo de impresión.
- Filtrado por el área temática a "Ciencias Sociales", para focalizar los artículos proyectados al ámbito educativo.
- Filtrado por idioma de publicación distinto al español y al inglés.

Figura 1.

Capturas de pantalla con los resultados de las búsquedas realizadas en SCOPUS y WoS



Fuente: Elaboración propia.

Después de este cribado inicial, los resultados se muestran en la siguiente tabla (Tabla 1). Como se puede observar, ERIC aporta menos artículos a la revisión que las otras dos bases de datos. Esto se debe a que, dada la dificultad de exportar grupos de archivos de ERIC a Mendeley, se decidió prescindir de todos aquellos artículos que no fueran revistas, aplicando prematuramente uno de los criterios de exclusión (Tabla 2).

Tabla 1.

Cribado inicial mediante el método PRISMA.

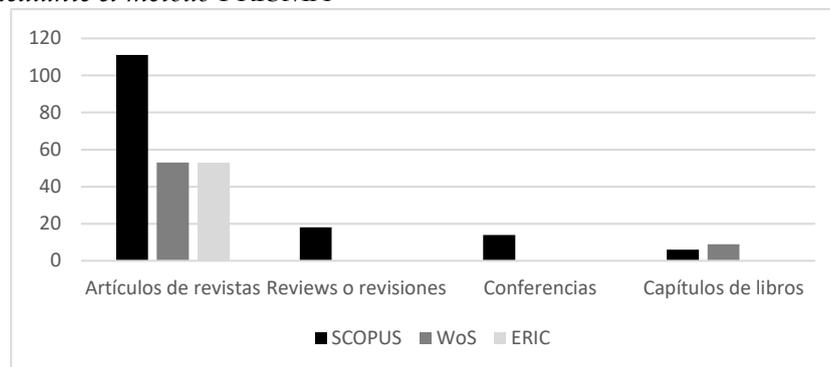
	SCOPUS	Wos	ERIC
Artículos de revista	111	53	53
Comentarios	18	0	0
Conferencias	14	0	0
Capítulos de libros	6	9	0
Actas	0	34	0
Total de documentos	149	96	53

Fuente: Elaboración propia.

Representamos en el siguiente gráfico los resultados del primer cribado (Figura 2):

Figura 2.

Cribado inicial mediante el método PRISMA



Fuente: Elaboración propia.

Para el procesamiento de los datos obtenidos inicialmente se utilizó una hoja de cálculo en formato Excel. A partir de las bases de datos SCOPUS y WoS, el procedimiento para obtenerlo consiste en seleccionar los artículos a buscar (en nuestro caso, toda la selección que dejó el cribado anteriormente mencionado), y exportarlo como un archivo en formato "CSV" (Valores Separados por Comas), que es compatible con el software Excel.

Sin embargo, la base de datos ERIC descarga un fichero en formato "nbib" (tipo de fichero que proviene de la exportación de citas en PubMed y desarrollado por la Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU.), siendo necesario el uso del gestor de referencias Zotero (Alonso-Arévalo, 2015), introduciendo los datos como un fichero "bib" cambiando la extensión del fichero generado por ERIC.

Después de registrar y vincular la cuenta de Zotero a la aplicación de escritorio, se importa el archivo exportado con los resultados de la base de datos ERIC y desde Zotero se exporta posteriormente a un archivo con formato "CSV", para que pueda importarse a Excel y ya guardarse en formato "XLSX".

Al tener los resultados de las tres bases de datos (SCOPUS, WoS y ERIC) en tres archivos en formato Excel, estos se combinan manualmente para generar un único documento a partir del cual trabajar y revisar.

3.3. Criterios de inclusión y exclusión

Tabla 2.

Criterios de inclusión y exclusión

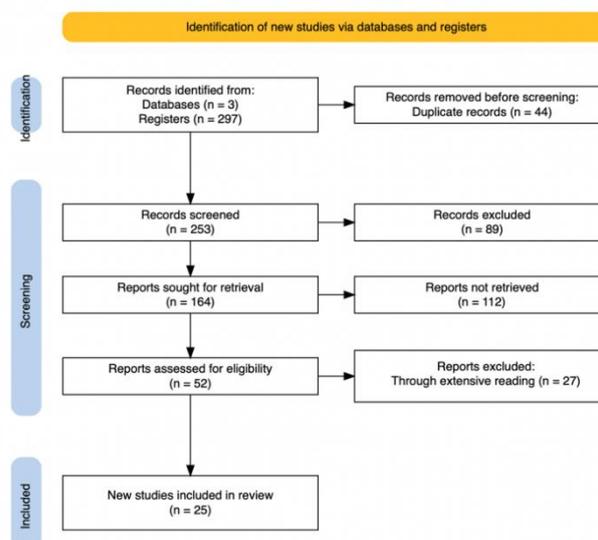
Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Enfocado en ML a través de IA aplicada a la educación. Se trata de la aplicación de la IA basada en ML.	No se centra en el aprendizaje automático ni en la inteligencia artificial. Se ocupan de un tema específico, utilizando la IA como herramienta para cumplir con ese fin.
Escrito a partir de 2019 hasta 2023. Extrapolado a cualquier sistema educativo.	Escrito en 2018 o antes. Enfocado en un lugar específico.
Contiene aplicaciones prácticas de la IA o estudios de casos que indican posibles usos educativos de la IA.	No contiene aplicaciones prácticas de la IA ni estudios de casos que no indiquen usos de la IA para la educación.
Artículos de revistas. Escrito en español e inglés. Totalmente accesible.	Otros artículos. Escrito en otros idiomas. No puedo leer el artículo.

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Revisión de artículos

Figura 3.

Diagrama de flujo de las fases según modelo PRISMA



Fuente: Elaboración propia.

La revisión se inicia con un total de 297 artículos (Tabla 1), los cuales fueron compilados en una hoja de Excel común que facilitó el trabajo de los mismos. Se ordenaron y eliminaron los duplicados, indicando la base de datos o bases de datos en las que aparece cada artículo, quedando la cifra de 253 con la que se podría iniciar la revisión.

El primer criterio de exclusión aplicado (Tabla 2) fue seleccionar solo artículos de revistas, reduciendo la cifra a 164 artículos. El resto de los trabajos excluidos se guardaron para futuros trabajos relacionados con la línea de investigación que surja a raíz de los resultados de la revisión.

Estos 164 artículos fueron seleccionados mediante la lectura del título, resumen y palabras clave; manteniéndolos o eliminándolos de acuerdo con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos (Tabla 2).

Tras este proceso, se descargaron un total de 52 artículos y se incorporaron a un gestor de referencias bibliográficas (Mendeley) para su completa lectura y evaluación. En esta lectura extensiva, se reaplicaron los criterios de inclusión y exclusión (Tabla 2), con los motivos de exclusión más comunes:

- Que traten a la IA y al ML como algo secundario y que da poca información, siendo el tema principal el contenido que se pretende trabajar utilizando la IA. Siguiendo el criterio "Tratan un tema específico, utilizando la IA como herramienta para cumplir con ese fin".
- No es extrapolable a los centros educativos porque están en un lugar y unas condiciones concretas. Incumplir el criterio "Extrapolado a cualquier sistema educativo".
- A pesar de abordar cuestiones relacionadas con lo que se está estudiando, no cumple con el criterio "No contiene aplicaciones prácticas de la IA o estudios de casos que no indiquen usos de la IA para la educación".
- Artículos presentados como estudios de caso, pero que terminan siendo una revisión sistemática.

Luego de eliminar estos artículos, hubo un total de 25 que cumplieron con los criterios de inclusión (Tabla 1) y que formarían parte de la revisión.

3.5. Selección final de los artículos

Una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, y revisados en profundidad los artículos restantes, quedaron 25, los cuales fueron agregados a una subcarpeta (grupo) dentro de Mendeley y, a su vez, exportados a una hoja de Excel para poder trabajar mejor con ellos (Tabla 3).

Tabla 3.

Datos de identificación y enfoques metodológicos de los textos analizados

Nro.	Año	Autor	Base de datos
1	2019	Cómo y colgado	Scopus y WoS
2	2019	Ruiperez-Valiente <i>et al.</i>	ERIC
3	2019	Palasundram y cols.	Scopus
4	2019	Sharma y cols.	Wos
5	2019	El 7º y el 10º	Scopus
6	2020	Salas-Rueda y cols.	Wos
7	2020	Marqués en al.	Scopus
8	2020	Mutante y Alassis	ERIC
9	2020	Rodríguez-García <i>et al.</i>	WoS y ERIC
10	2020	Kadhim y Hassan	Scopus
11	2021	Stadelmann y cols.	Scopus y WoS
12	2021	Kuleto y cols.	Scopus
13	2021	Lamos y cols.	Scopus
14	2021	Harati y cols.	Scopus
15	2021	Talan	Wos
16	2021	Pu y cols.	Wos
17	2021	Kanglang	Scopus
18	2021	Druzhinina y cols.	Scopus, WoS y ERIC
19	2022	Jokhan y cols.	Scopus y WoS
20	2022	Nuankaew	ERIC
21	2022	Niyogisubizo y cols.	Scopus, WoS y ERIC
22	2022	Grunhut y cols.	Scopus
23	2022	Zammit y cols.	Scopus
24	2022	Vir-Singh y Kant-Hiran	Scopus
25	2023	Billingsley y cols.	Scopus

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Actualización de la revista

En una primera etapa, la revisión sistemática tuvo en cuenta los artículos disponibles en las bases de datos hasta febrero de 2023. Sin embargo, antes de finalizar el informe en julio de 2023, se realizó una segunda revisión de los artículos que se habían subido entre estos meses y que, por tanto, no se pudieron tener en cuenta la primera vez.

Para ello, se procedió a realizar una búsqueda siguiendo los mismos patrones establecidos en el procedimiento de revisión, pero dejando el año de publicación recién en 2023. De esta manera, se realizó una selección de aquellos nuevos artículos que se consideraron útiles para el proceso que se había seguido; siendo solo dos los que cumplieron con los criterios preestablecidos y agregaron conclusiones de interés al estudio, quedando así un total de 27 artículos en la revisión completa.

Tabla 4.

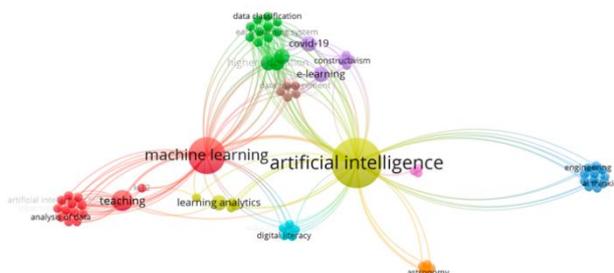
Nuevos artículos agregados para completar la revisión antes de la finalización

26	2023	Gilson y cols.	Scopus
27	2023	Chung y cols.	Scopus

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.

Mapa de relación entre artículos. Hecho con VOSviewer



Fuente: Elaboración propia.

Se presenta un mapa de conglomerados creado a partir de las palabras clave de los artículos analizados en el que se puede comprobar que el ML y la IA están estrechamente relacionados, siendo conceptos que se necesitan mutuamente, en relación con la forma en que se clasifican y tratan los datos con esta herramienta. Por otro lado, la IA está relacionada con las diferentes materias, como se puede ver en el gráfico; mientras que el ML se une a los datos que recopila la IA. Por lo tanto, podemos ver que ML e IA son conceptos complementarios, lo que demuestra la importancia del presente estudio.

4. Resultados

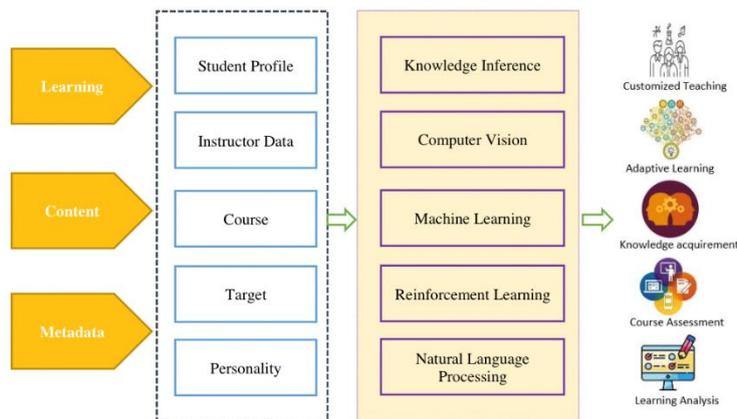
4.1. La Aplicación de la IA en la educación: Importancia del Machine Learning

Todavía queda mucho camino por recorrer en el campo de la IA aplicada a la educación. Dentro de los estudios analizados, cada uno se centra en abordar la IA como herramienta para trabajar un contenido específico; Pero no se ha podido localizar ningún estudio que lo utilice como una metodología fija que se mantenga a lo largo del curso como un elemento más de apoyo a los docentes. En ese sentido, es cierto que la educación STEM se ha integrado en los últimos años en gran parte de las metodologías educativas, por lo que algunos autores consideran que este marco puede ser una puerta de entrada para la IA (How y Hung, 2019).

En cuanto a la implicación práctica de la IA, se puede comprobar la importancia de la misma y el rotundo éxito que tiene cualquier tipo de aplicación en cualquier ámbito del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya sea como apoyo a los docentes o para enseñar a los estudiantes (Salas-Rueda y Salas-Rueda, 2020). Del mismo modo, la aplicabilidad que tiene la IA a cualquier entorno escolar (Figura 5), hace que tenga un lugar transversal en cualquier tipo de metodología de enseñanza (Vir-Singh y Kant-Hiran, 2022).

Figura 5.

Usos y ventajas de la IA para la educación



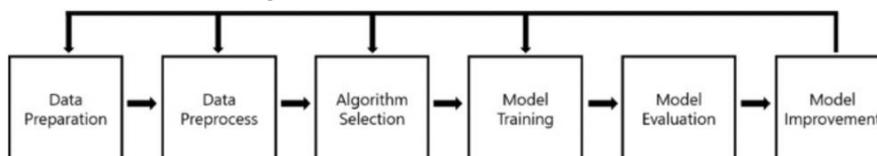
Fuente: Zammit *et al.*, 2022.

Centrándonos en el auge del ML, estas iniciativas que aplican la IA en el aula se irán perfeccionando con el tiempo porque aprenden de forma autónoma una vez puestas en marcha, pudiendo considerar que la primera aplicación que inicie el algoritmo puede ser más complicada, pero que una vez superada esta dificultad inicial, el uso de las herramientas que hacen uso del ML es muy sencillo y supone un gran apoyo en el aula (Grunhut *et al.*, 2022; Lamos *et al.*, 2021; Sharma *et al.*, 2019).

Esta dificultad proviene de la necesidad que tienen estas herramientas de conocimientos específicos para su programación, pudiendo verificar en la cantidad de datos, gráficos y algoritmos que algunos autores muestran al desarrollar su herramienta. La complejidad de este tipo de artículos para personas sin conocimientos en la materia es un problema que mantiene a la IA alejada de las aulas (Druzhinina *et al.*, 2021; Palasundram *et al.*, 2019). Chung *et al.* (2023) expone gráficamente el funcionamiento del ML (Figura 6), por lo que puede ser un acercamiento para personas que no lo entienden.

Figura 6.

Proceso de uso del Machine Learning en la educación



Fuente: Chung *et al.*, 2023.

Sin embargo, la aparición de programas como ChatGPT y similares puede significar un gran acercamiento de la IA a la población (Gilson *et al.*, 2023), pero dada la novedad de estas herramientas, no existe ninguna investigación relevante en el momento de la realización de este informe, por lo que esta línea de investigación queda pendiente de cara al futuro.

4.2. Opinión de docentes y alumnos ante la aplicación de la IA

No muchos profesores se atreven a hacer uso de aplicaciones basadas en IA y ML dentro de sus aulas. La complejidad que presenta la creación de los Chatbots (Kanglang, 2021; Kuleto *et al.*, 2021; Lampos *et al.*, 2021; Luckin y Cukurova, 2019; Nuankaew, 2022) provoca que solo aquellos con la formación necesaria sean capaces de entender las ventajas que esta tecnología aporta a sus metodologías educativas.

Existen prácticas a pequeña escala que presentan actividades muy sencillas que pueden servir de puerta de entrada a docentes menos formados en este campo, pero que no explotan las verdaderas ventajas del ML que hacen de la IA una verdadera novedad dentro del ámbito educativo (How y Hung, 2019; Ruiperez-Valiente *et al.*, 2019). En ese sentido, no dejan de ser meras prácticas docentes que hacen uso de la IA como una herramienta que podría ser reemplazada por cualquier otra.

A pesar de ello, estas prácticas son útiles para dar a conocer a los alumnos conceptos como el Machine Learning o el funcionamiento de la IA, así como para favorecer la formación del propio docente dentro de un ámbito complejo y para el que se requiere una buena base (Kadhim y Hassan, 2020; Ruiperez-Valiente *et al.*, 2019).

Las prácticas analizadas que trabajaron la IA con los estudiantes muestran que los estudiantes son propensos a explorar esta tecnología, dando resultados muy satisfactorios (Luckin y Cukurova, 2019; Salas-Rueda y Salas-Rueda, 2020). Los estudiantes están motivados y predispuestos a utilizar herramientas que hagan uso de la IA y el ML, mejorando los resultados y fortaleciendo el aprendizaje (Harati *et al.*, 2021).

La IA es el presente y el futuro del mundo, por lo que el uso de estas herramientas en clase favorece su rápido desarrollo (Lampos *et al.*, 2021), lo que conlleva a un avance más rápido de la sociedad y de los futuros ciudadanos que entienden el funcionamiento de las herramientas a su disposición, siendo capaces de utilizar y explotar todas sus capacidades (Kadhim y Hassan, 2020).

Todas estas ventajas radican en la capacidad predictiva de las herramientas basadas en ML, dando herramientas a los profesores para mejorar su forma de enseñar, y apoyo a los estudiantes que quieren formarse de forma autónoma (Jokhan *et al.*, 2022; Sharma *et al.*, 2019). En esencia, los CB pueden actuar como un segundo profesor dentro y fuera del aula, mejorando significativamente la enseñanza (Salas-Rueda y Salas-Rueda, 2020).

4.3. Software utilizado en la educación

Las prácticas analizadas tuvieron lugar en diferentes contextos donde se trabajaron contenidos específicos. Para ello, se optó por el uso de Chatbots previamente programados por los propios profesores que permitieran enfocar los contenidos a trabajar para que los alumnos pudieran utilizarlos de forma autónoma, o para facilitar el trabajo del propio profesor (Luckin y Cukurova, 2019; Palasundram *et al.*, 2019; Stadelmann *et al.*, 2021).

Aunque la herramienta es la misma, el Chatbot, programando cada uno específicamente para un fin concreto da lugar a estudios muy complejos, con una gran cantidad de tablas y variables que las personas sin formación en el tema no pueden entender. La programación de chatbots es difícil y requiere una formación específica (Billingsley *et al.*, 2023; Druzhinina *et al.*, 2021; Palasundram *et al.*, 2019), pero no es necesario si se quiere utilizarlo como usuario (Rodríguez-García *et al.*, 2020).

Por lo tanto, si se quiere fomentar el uso de los Chatbots, será necesario un modelo general a través de una herramienta común que cualquier persona interesada en aprender a utilizar la IA sea capaz de manejar de forma autónoma o tras recibir una formación centrada en esta herramienta (Muniasamy y Alasiry, 2020; Ruiperez-Valiente *et al.*, 2019).

En ese sentido, existen herramientas como ChatGPT o Bing Chat (que ya está utilizando la versión 4 de GPT) que se están popularizando muy rápidamente entre los usuarios, pudiendo considerar que la IA ha entrado en un momento de auge (Gilson *et al.*, 2023). Sin embargo, debido a su novedad, aún no existe un número relevante de estudios que permitan analizar el impacto educativo que presentarán estas herramientas, siendo una línea de investigación a considerar para futuras revisiones sistemáticas basadas en el área. Además, el ML todavía se encuentra en un momento muy temprano, siendo los ingenieros son los que actualizan las IA, pese a que estas recogen información periódicamente.

Autores como Muniasamy y Alasiry (2020) y Kanglang (2021) apuestan por el gran impacto futuro que la IA y el ML tendrán tanto en la sociedad como en la propia escuela, siendo necesaria la formación de los alumnos en este ámbito para que, en un futuro, sean capaces de explotar esta tecnología, mejorando así la sociedad.

5. Conclusiones y discusión

La IA es una tecnología emergente que se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo en una sociedad en constante avance que, a veces, puede tener dificultades para comprender el potencial de herramientas que antes solo se veían en la ciencia ficción. Del mismo modo, el Machine Learning comienza a alimentarse de las interacciones con los usuarios, dando lugar a un algoritmo maleable al que la sociedad puede acudir en busca de ayuda.

Para que este algoritmo sea útil dentro de la sociedad, es fundamental que se forme en el ámbito educativo, donde se pueda generar un conocimiento de calidad que revolucione los procesos de enseñanza-aprendizaje, permitiendo que cualquier persona pueda hacer uso de la IA para aprender de forma autónoma.

Los resultados que muestran los estudios analizados son muy positivos. La IA es el futuro y que los estudiantes están dispuestos a abordarlo, pero la brecha digital hace que gran parte de los docentes ignoren estas herramientas porque las consideran demasiado complejas, o porque necesitan una programación específica que no conocen.

Sin embargo, cada vez aparecen más actividades asequibles y programas predefinidos con interfaces más amigables para las personas interesadas, lo que amplía la popularidad de dichas herramientas. Solo el tiempo dirá si ha llegado el momento en que las máquinas hayan conseguido superar al ser humano.

Marques *et al.* (2020) ya predijeron la importancia que tendría el Machine Learning en el ámbito académico, y el gran crecimiento que ha tenido la IA en los últimos años le ha dado la razón. Estudiar los avances de estas herramientas es una línea de trabajo firme que puede traer consigo el futuro no solo de la educación, sino del mundo; porque son los docentes los que deben velar por que los futuros ciudadanos sepan hacer uso de la IA para que pueda ser utilizada como motor de la sociedad.

Teniendo en cuenta el rápido avance que están experimentando la IA y el ML en términos de meses, es necesario revisar los estudios que se ocupan de esta disciplina para conocer las diferencias y establecer puntos de partida desde los que seguir trabajando.

En este sentido, presentan un mapa de clústeres similar al de este estudio (Figura 4), en el que se puede comprobar que, a pesar de todas las herramientas que han aparecido desde la publicación de su estudio hasta hoy, las líneas de trabajo son muy similares, verificando así que el ML aumenta las capacidades de la IA incluso reutilizando las herramientas que ya existen (Cruz-Jesus *et al.*, 2020; Pu *et al.*, 2021).

Talan (2021) también se realiza un análisis de la literatura publicada sobre la IA en la educación, dando lugar a relaciones donde los términos “Machine Learning” y los relacionados con el procesamiento de datos están muy presentes como en el presente estudio (Figura 4). Esto demuestra la importancia que tiene dentro de la investigación sobre IA educativa un análisis en profundidad del ML como el que hemos llevado a cabo. Ambos estudios se complementan, coincidiendo en la importancia de conocer la evolución que tendrá la IA en un futuro muy próximo (Li *et al.*, 2023).

Durante la elaboración de este informe, la IA sigue avanzando a tal velocidad que incluso los propios expertos en la materia piden que se detenga el avance de la IA para que la humanidad tenga tiempo de acostumbrarse a ella (Murphy-Kelly, 2023). Tal es la incertidumbre global respecto a la IA que algunos países como Italia (Biurrun, 2023) han decidido o están en proceso de prohibir temporalmente su uso.

ChatGPT4 o Midjourney 5 ya están en funcionamiento para los usuarios dispuestos a pagar una suscripción, solucionando los errores que presentan sus versiones anteriores y gratuitas e insinuando que cada actualización hará que el trabajo de la IA sea cada vez más perfecto y que en poco tiempo superará las capacidades de cualquier ser humano (Gilson *et al.*, 2023).

Por ello, no cabe duda de que quienes dominen las IA serán los que tendrán abiertas las puertas al futuro, haciendo que las futuras líneas de trabajo deban responder cómo implementar o cómo afectará la IA al campo en el que trabajamos (Chung *et al.*, 2023). De esta forma, esta revisión sistemática sienta las bases a partir de las cuales los investigadores del ámbito educativo pueden empezar a conocer la evolución de un mundo que, a día de hoy, se encuentra en el inicio de una nueva era.

Por último, el número máximo de caracteres estipulado por la normativa ha traído consigo una gran limitación para la presentación de los resultados, lo que da pie a una mayor profundización en la presente revisión de cara al futuro; lo que demuestra que este informe aporta un gran valor científico al estado de la IA y el ML, teniendo la capacidad de evolucionar en paralelo, adaptándose a las necesidades de la sociedad.

6. Referencias

- Alonso-Arévalo, J. (2015). Zotero: reference managers: software for the management and maintenance of bibliographic references in research works. *Salamanca: Ediciones del Universo*. <https://acortar.link/bBC9ZT>
- Bailey, D. (2019). Chatbots as conversational agents in the context of language learning. En *Proceedings of the Fourth Industrial Revolution and Education* (pp. 27-29). Dajeon, Korea.
- Barsky, E. (2010). Mendeley. *Issues in Science and Technology Librarianship*, 62. <https://doi.org/10.29173/istl2541>

- Billingsley, B., Heyes, J. M., Lesworth, T. y Sarzi, M. (2023). Can a robot be a scientist? Developing students' epistemic insight through a lesson exploring the role of human creativity in astronomy. *Phys. Educ*, 58.
- Biurrun, A. (2023, March 31). *Italy temporarily bans ChatGPT artificial intelligence*. The reason.
- Chang, C. Y., Hwang, G. J. y Gau, M. L. (2022). Promoting students' learning achievement and self-efficacy: A mobile chatbot approach for nursing training. *British Journal of Educational Technology*, 53(1), 171-188. <https://doi.org/10.1111/bjet.13158>
- Chatterjee, S. y Bhattacharjee, K. K. (2020). Adoption of artificial intelligence in higher education: a quantitative analysis using structural equation modelling. *Education and Information Technologies*, 25(5), 3443-3463. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10159-7>
- Chong, J. V. y Curtis, C. J. (2020). *Perspectives on Aied Biola university perspectives on Artificial Intelligence in education: a study of public elementary school teachers*. [Doctoral dissertation, BIOLA University]. <https://acortar.link/1OzYad>
- Chung, D., Jeong, P., Kwon, D. y Han, H. (2023). Technology acceptance prediction of robo-advisors by machine learning. *Intelligent Systems with Applications*, 18 <https://doi.org/10.1016/j.iswa.2023.200197>
- Cruz-Jesus, F., Castelli, M., Oliveira, T., Mendes, R., Nunes, C., Sa-Velho, M. y Rosa-Louro, A. (2020). Using artificial intelligence methods to assess academic achievement in public high schools of a European Union country. *Heliyon*, 6(6), 2405-8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04081>
- Cuatrecasas-Monforte, C. (2022). *Artificial Intelligence in the Spanish criminal investigation process: possible benefits and potential risks*. [Doctoral Thesis, Universitat Ramon Llull]. <http://hdl.handle.net/10803/675100>
- Druzhinina, O. V., Karpacheva, I. A., Masina, O. N. y Petrov, A. A. (2021). Development of an Integrated Complex of Knowledge Base and Tools of Expert Systems for Assessing Knowledge of Students in Mathematics within the Framework of a Hybrid Intelligent Learning Environment. *International Journal of Education and Information Technologies*, 15, 122-129. <https://doi.org/10.46300/9109.2021.15.12>
- Garcia-Corretjer, M. A. (2022). *On the Relationship between People, Objects, & Interactive Technologies: Transforming Digital & Physical experiences through the process of Realizing Empathy*. [Doctoral dissertation, Universitat Ramon Llull]. <http://hdl.handle.net/10803/675718>
- Gilson, A., Safranek, C. W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R. A. y Chartash, D. (2023). How does ChatGPT perform on the United States medical licensing examination? the implications of large language models for medical education and knowledge assessment. *JMIR Medical Education*, 9. <https://doi.org/10.2196/45312>
- Grunhut, J., Marques, O. y Wyatt, A. T. M. (2022). Needs, Challenges, and Applications of Artificial Intelligence in Medical Education Curriculum. *JMIR Medical Education*, 8(2). <https://doi.org/10.2196/35587>

- Harati H, Sujo-Montes L, Tu C-H, Armfield SJW, Yen C-J (2021). Assessment and Learning in Knowledge Spaces (ALEKS) Adaptive System Impact on Students' Perception and Self-Regulated Learning Skills. *Education Sciences*, 11(10), 603. <https://doi.org/10.3390/educsci11100603>
- Hoosain, M. S., Paul, B. S. y Ramakrishna, S. (2020). The impact of 4ir digital technologies and circular thinking on the united nations sustainable development goals. *Sustainability (Switzerland)*, 12(23), 1-16. <https://doi.org/10.3390/su122310143>
- How, M. L. y Hung, W. L. D. (2019). Educing AI-thinking in science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education. *Education Sciences*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/educsci9030184>
- Hutton, B., Catala-Lopez, F. y Moher, D. (2016). The PRISMA statement extension for systematic reviews incorporating network meta-analysis: PRISMA-NMA. *Med Clin (Barc)*, 147(6), 262-266.
- Jara, I. y Ochoa, J. M. (2020). *Uses and effects of artificial intelligence in education*. Inter-American Development Bank. <http://dx.doi.org/10.18235/0002380>
- Jeong, G. H. (2020). Artificial intelligence, machine learning, and deep learning in women's health nursing. *Korean Journal of Women Health Nursing*, 26(1), 5-9. <https://doi.org/10.4069/kjwhn.2020.03.11>
- Jokhan, A., Chand, A. A., Singh, V. y Mamun, K. A. (2022). Increased Digital Resource Consumption in Higher Educational Institutions and the Artificial Intelligence Role in Informing Decisions Related to Student Performance. *Sustainability (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/su14042377>
- Kadhim, M. K. y Hassan, A. K. (2020). Towards Intelligent E-Learning Systems: A Hybrid Model for Predicating the Learning Continuity in Iraqi Higher Education. *Webology*, 17(2), 172-188. <https://doi.org/10.14704/WEB/V17I2/WEB17023>
- Kanglang, L. (2021). Artificial Intelligence (AI) and Translation Teaching: A Critical Perspective on the Transformation of Education. *International Journal of Educational Sciences*, 33(1-3). <https://doi.org/10.31901/24566322.2021/33.1-3.1159>
- Khan, I., Ahmad, A. R., Jabeur, N. y Mahdi, M. N. (2021). An artificial intelligence approach to monitor student performance and devise preventive measures. *Smart Learning Environments*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00161-y>
- Kubsch, M., Czinczel, B., Lossjew, J., Wyrwich, T., Bednorz, D., Bernholt, S., Fiedler, D., Strauß, S., Cress, U., Drachsler, H., Neumann, K. y Rummel, N. (2022). Toward learning progression analytics – Developing learning environments for the automated analysis of learning using evidence centered design. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.981910>
- Kuleto, V., Ilić, M., Dumangiu, M., Ranković, M., Martins, O. M. D., Păun, D. y Mihoreanu, L. (2021). Exploring opportunities and challenges of artificial intelligence and machine learning in higher education institutions. *Sustainability (Switzerland)*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/su131810424>

- Lamos, V., Mintz, J. y Qu, X. (2021). An artificial intelligence approach for selecting effective teacher communication strategies in autism education. *NPJ Science of Learning*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41539-021-00102-x>
- Lee, D. y Yeo, S. (2022). Developing an AI-based chatbot for practicing responsive teaching in mathematics. *Computers and Education*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104646>
- Li, L. (2022). The Impact of Artificial Intelligence Painting on Contemporary Art From Disco Diffusion's Painting Creation Experiment. *Proceedings - 2022 International Conference on Frontiers of Artificial Intelligence and Machine Learning*, FAIML 2022, 52-56. <https://doi.org/10.1109/FAIML57028.2022.00020>
- Li, J., Wang, X., Ahmad, S., Huang, X. y Khan, Y. A. (2023). Optimization of investment strategies through machine learning, *Heliyon*, 9(5), 2405-8440. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16155>
- Luckin, R. y Cukurova, M. (2019). Designing educational technologies in the age of AI: A learning sciences-driven approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2824-2838. <https://doi.org/10.1111/bjet.12861>
- Marques, L. S., Gresse von Wangenheim, C. y Hauck, J. C. R. (2020). Teaching machine learning in school: A systematic mapping of the state of the art. *Informatics in Education*, 19(2), 283-321. <https://doi.org/10.15388/INFEDU.2020.14>
- Mengmeng, Z., Xiantong, Y. y Xinghua, W. (2019). Construction of STEAM Curriculum Model and Case Design in Kindergarten. *American Journal of Educational Research*, 7(7), 485-490. <https://doi.org/10.12691/education-7-7-8>
- Muniasamy, A. y Alasiry, A. (2020). Deep learning: The impact on future eLearning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(1), 188-199. <https://doi.org/10.3991/IJET.V15I01.11435>
- Murphy-Kelly, S. (2023, March 29). *Elon Musk and other tech leaders call for pause in 'out of control' AI race*. CNN Business.
- Nicoletti, M. C. y Oliveira, O. L. (2020). A Machine Learning-Based Computational System Proposal Aiming at Higher Education Dropout Prediction. *Higher Education Studies*, 10(4), 12. <https://doi.org/10.5539/hes.v10n4p12>
- Nuankaew, P. (2022). Self-Regulated Learning Model in Educational Data Mining. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(17), 4-27. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i17.23623>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P. y Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International Journal of Surgery*, 88, 105906. <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>

- Page, M. J. y Moher, D. (2017). Evaluations of the uptake and impact of the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) Statement and extensions: a scoping review. *Systematic reviews*, 6(1), 1-14. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0663-8>
- Page, M. J., Moher, D. y McKenzie, J. E. (2022). Introduction to PRISMA 2020 and implications for research synthesis methodologists. In *Research Synthesis Methods*, 13(2), 156-163. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1535>
- Palasundram, K., Sharef, N. M., Nasharuddin, N. A., Kasmiran, K. A. y Azman, A. (2019). Sequence to sequence model performance for education chatbot. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(24), 56-68. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i24.12187>
- Peramunugamage, A., Ratnayake, U. W. y Karunanayaka, S. P. (2022). *Systematic review on mobile collaborative learning for engineering education*. *Journal of Computers in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00223-1>
- Pikhart, M. y Klímová, B. (2020). Elearning 4.0 as a sustainability strategy for generation z language learners: Applied linguistics of second language acquisition in younger adults. *Societies*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/soc10020038>
- Prendes-Espinosa, M. P. y Cerdán-Cartagena, F. (2021). Advanced technologies to face the challenge of educational innovation. *ITEN-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 24(1), 35-53. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28415>
- Pu, S., Ahmad, N. A., Khambari, M. N. M. y Yap, N. K. (2021). Identification and analysis of core topics in educational artificial intelligence research: A bibliometric analysis. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(3), 995-1009. <https://doi.org/10.18844/CJES.V16I3.5782>
- Rodríguez-García, J. D., Moreno-León, J., Román-González, M. y Robles, G. (2020). LearningML: A tool to foster computational thinking skills through practical artificial intelligence projects. *Journal of Distance Education*, 20(63). <https://doi.org/10.6018/RED.410121>
- Ruiperez-Valiente, J. A., Munoz-Merino, P. J., Alexandron, G. y Pritchard, D. E. (2019). Using Machine Learning to Detect “Multiple-Account” Cheating and Analyze the Influence of Student and Problem Features. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(1), 112-122. <https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2784420>
- Salas-Rueda, R. A. y Salas-Rueda, R. D. (2020). *Impact of the web application for the educational process on the compound interest considering data science*. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*.
- Sharma, K., Papamitsiou, Z. y Giannakos, M. (2019). Building pipelines for educational data using AI and multimodal analytics: A “grey-box” approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3004-3031. <https://doi.org/10.1111/bjet.12854>
- Soysal, D., Bani-Yaghoub, M. y Riggers-Piehl, T. A. (2022). A Machine Learning Approach to Evaluate Variables of Math Anxiety in STEM Students. *Pedagogical Research*, 7(2), em0125. <https://doi.org/10.29333/pr/11978>

- Stadelmann, T., Keuzenkamp, J., Grabner, H. y Würsch, C. (2021). The ai-atlas: Didactics for teaching ai and machine learning on-site, online, and hybrid. *Education Sciences*, 11(7). <https://doi.org/10.3390/educsci11070318>
- Stokel-Walker, C. (2022). AI bot ChatGPT writes smart essays – should academics worry? *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-04397-7>
- Su, J., Zhong, Y. y Ng, D. T. K. (2022). A meta-review of literature on educational approaches for teaching AI at the K-12 levels in the Asia-Pacific region. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100065. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100065>
- Talan, T. (2021). Artificial Intelligence in Education: A Bibliometric Study. *International Journal of Research in Education and Science*, 822-837. <https://doi.org/10.46328/ijres.2409>
- Thompson, A., Gallacher, A. y Howarth, M. (2018). Stimulating task interest: human partners or chatbots? In *Future-proof CALL: language learning as exploration and encounters*. EUROCALL 302–306. <https://doi.org/10.14705/rpnet.2018.26.854>
- Urrútia, G. y Bonfill, X. (2010). PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Clinical Medicine*, 135(11), 507-511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>
- Vázquez-Cano, E., Mengual-Andrés, S. y López-Meneses, E. (2021). Chatbot to improve learning punctuation in Spanish and to enhance open and flexible learning environments. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00269-8>
- Vijayakumar, R., Bhuvaneshwari, B., Adith, S. y Deepika, M. (2019). AI Based Student Bot for Academic Information System using Machine Learning. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 590-596. <https://doi.org/10.32628/cseit1952171>
- Vir-Singh, S. y Kant-Hiran, K. (2022). The Impact of AI on Teaching and Learning in Higher Education Technology. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(13).
- Winkler, R. y Söllner, M. (2018): Unleashing the Potential of Chatbots in Education: A State-of-the-Art Analysis. *Academy of Management Annual Meeting (AOM)*. <https://www.alexandria.unisg.ch/publications/254848>
- Zammit, M., Voulgari, I., Liapis, A. y Yannakakis, G. N. (2022). Learn to Machine Learn via Games in the Classroom. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.913530>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. y Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? In *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Contribuciones de los/as autores/as:

Conceptualización: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Software: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Validación: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Análisis formal: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Curación de datos: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Redacción-Preparación del borrador original: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Redacción-Revisión y Edición: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Visualización: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Supervisión: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Administración de proyectos: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez
Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito: Manuel Reina-Parrado; Pedro Román-Graván; Carlos Hervás-Gómez.

Financiación: Esta investigación recibió o no financiamiento externo.

AUTOR/ES:

Manuel Reina-Parrado

Universidad de Sevilla, España.

Doctorando en educación en la Universidad de Sevilla. Máster de Dirección y Evaluación de la Calidad de instituciones de formación. Experto en tecnología y su uso educativo, especializado en la aplicación de la IA en el ámbito escolar.

mreina@us.es

Índice H: 2

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0801-0938>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=6YEst7QAAAAJ&hl=es&oi=ao>

Pedro Román-Graván

Universidad de Sevilla, España.

Doctor en educación en la Universidad de Sevilla. Profesor titular en el departamento de didáctica y organización educativa (DOE) de la FCCE (US). Tema de investigación: tecnología educativa. Grupo de investigación GID.

proman@us.es

Índice H: 9

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-1646-9247>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36019922800>

Carlos Hervás-Gómez
Universidad de Sevilla, España.

Doctor en educación en la Universidad de Sevilla. Profesor titular en el departamento de didáctica y organización educativa (DOE) de la FCCE (US). Tema de investigación: tecnología educativa. Grupo de investigación GID.

hervas@us.es

Índice H: 9

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0904-9041>

Scopus ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57211521597>

Google Scholar: <https://scholar.google.es/citations?user=pXqkjUAAAAAJ&hl=es&oi=ao>