

Uso de la inteligencia artificial en la educación médica: ¿herramienta o amenaza? Revisión de alcance

Mateo Aguirre Flórez^{a,*†}, José Fernando Gómez González^{a,§}, Laura Alejandra Jiménez Osorio^{a,Δ}, Mateo Moreno Gómez^{a,Φ}, Juanita Moreno Gómez^{a,ℓ}, Karla Liseth Rojas Paganquiza^{b,◊}, Donald Jehison Rojas Paganquiza^{b,‡}, Yuly Mabel Quintero Cabrera^{b,¶}, Lency Yurani Pantoja Chazatar^{b,**}, Germán Alberto Moreno Gómez^{c,‡‡}

Facultad de Medicina



Resumen

Introducción: La inteligencia artificial (IA) ha captado considerable atención entre las tecnologías emergentes. La IA se refiere a la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones autónomas, asemejándose a la inteligencia humana. En la formación de profesionales de la salud, la IA muestra potencial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

Objetivo: Analizar las aplicaciones de la IA en la formación de médicos, incluyendo sus beneficios, limitaciones e implicaciones éticas y sociales.

Método: Se realizó una búsqueda en bases de datos electrónicas como PubMed, EMBASE, Web of Science y Google Scholar, utilizando términos MeSH y operadores booleanos para refinar los estudios. Se analizaron y sin-

tizaron los estudios seleccionados para identificar las principales aplicaciones de la IA en la formación médica y los beneficios y limitaciones asociados.

Resultados: Se identificaron múltiples aplicaciones de la IA en la educación médica, como el aprendizaje personalizado, la retroalimentación inmediata y el fácil acceso a la información. Los beneficios incluyen mayor eficiencia y efectividad del aprendizaje. Las consideraciones éticas y precauciones incluyen el sesgo potencial, la privacidad y seguridad de los datos, la dependencia excesiva de la tecnología y los impactos en la relación médico-paciente.

Conclusión: La IA ofrece ventajas significativas para la formación de médicos, mejorando la calidad de la educación y el tratamiento oportuno de los pacientes. Sin embargo, es importante considerar sus implicaciones.

^a Facultad de Ciencias de la Salud, Grupo de Investigación en Medicina Crítica y Cuidados Intensivos, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Risaralda, Colombia.

^b Clínica Santa Gracia, Popayán, Cauca, Colombia.

^c Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

ORCID ID:

[†] <https://orcid.org/0000-0003-0365-562X>

[§] <https://orcid.org/0000-0002-2789-314X>

^Δ <https://orcid.org/0000-0001-7893-7707>

^Φ <https://orcid.org/0000-0002-2265-6348>

^ℓ <https://orcid.org/0009-0009-6714-0888>

[◊] <https://orcid.org/0000-0002-0996-1807>

[‡] <https://orcid.org/0009-0000-9814-9740>

[¶] <https://orcid.org/0009-0001-5192-4604>

^{**} <https://orcid.org/0009-0008-4402-430X>

^{‡‡} <https://orcid.org/0000-0001-5210-2517>

Recibido: 15-agosto-2024. Aceptado: 22-octubre-2024.

* Autor para correspondencia: Mateo Aguirre Flórez. Cra. 27 #10-02, Pereira, Risaralda, Colombia.

Correo electrónico: maguirref96@utp.edu.co

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

La implementación adecuada de la IA puede aprovechar sus beneficios mientras se mitigan sus riesgos. Los médicos deben estar preparados para usar la IA de manera responsable, equilibrando la tecnología con el cuidado humanista.

Palabras clave: MeSH; inteligencia artificial; inteligencia artificial en salud; implicaciones éticas; educación médica.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Use of artificial intelligence in medical education: tool or threat? Scoping review Abstract

Introduction: Artificial intelligence (AI) has garnered considerable attention among emerging technologies. AI refers to machines' ability to learn and make autonomous decisions, resembling human intelligence. In training healthcare professionals, AI shows the potential to enhance teaching and learning.

Objective: To analyze the applications of AI in physician training, including its benefits, limitations, and ethical and social implications.

Method: A search was conducted in electronic databases

such as PubMed, EMBASE, Web of Science, and Google Scholar, using MeSH terms and Boolean operators to refine studies. The selected studies were analyzed and synthesized to identify the main applications of AI in medical training and the associated benefits and limitations.

Results: Multiple AI applications in medical education were identified, such as personalized learning, immediate feedback, and easy access to information. Benefits include increased efficiency and learning effectiveness. On the other hand, ethical considerations and precautions include potential bias, data privacy and security, over-reliance on technology, and impacts on the physician-patient relationship.

Conclusion: AI offers significant advantages for physician training, improving the quality of education and timely patient treatment. However, it is important to consider its implications. Proper implementation of AI can leverage its benefits while mitigating its risks. Physicians must be prepared to use AI responsibly, balancing technology with humanistic care.

Keywords: MeSH; Artificial intelligence; artificial intelligence in health; ethical implications; medical education.

This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la rápida evolución tecnológica ha dejado una marca significativa en múltiples áreas sociales, siendo la atención médica una de las más afectadas. Recientemente, se ha discutido mucho sobre el papel crucial que las computadoras pueden desempeñar en los sistemas de salud, fomentando una cooperación beneficiosa entre la tecnología informática y los profesionales médicos. Este tipo de sinergia busca aprovechar la capacidad computacional para procesar grandes volúmenes de datos médicos, sugerir diagnósticos y recomendar tratamientos, siempre en colaboración con los profesionales de la salud¹.

La inteligencia artificial (IA), que abarca métodos como el *machine learning* (ML) y el *deep learning* (DL), ha transformado radicalmente la educación mé-

dica². John McCarthy introdujo el concepto de IA en 1956, y desde entonces ha evolucionado considerablemente, diversificándose en varios subgrupos³. La IA implica la capacidad de las máquinas para aprender y tomar decisiones de manera autónoma, emulando la inteligencia humana⁴. Se puede considerar como una herramienta para extraer, analizar y descubrir patrones en datos mediante diversas técnicas estadísticas³.

El ML, una subdivisión de la IA, permite a los algoritmos definir sus propias reglas a partir de datos de entrada a través de entrenamientos iterativos⁵. Por otro lado, el DL, una subcategoría del ML, utiliza redes neuronales complejas de múltiples capas para aprender representaciones de datos automáticamente⁶. Los modelos de IA han revolucionado la educación médica, proporcionando aplicaciones que

van desde simulaciones inmersivas hasta análisis de datos sofisticados⁷. La integración de la IA mejora las metodologías de enseñanza y facilita el desarrollo de habilidades entre los profesionales de la salud.

La capacidad de la IA para gestionar eficientemente vastos repositorios de conocimiento médico y asistir en la toma de decisiones permite a los médicos concentrarse en tareas que requieren juicio humano¹. En las últimas dos décadas se han evidenciado avances significativos, como el desarrollo de modelos de entrenamiento quirúrgico robótico y herramientas avanzadas de análisis de datos⁸. Particularmente el suceso de la pandemia de COVID-19 ha acelerado la adopción global de soluciones educativas impulsadas por IA, asegurando una formación continua de calidad a pesar de las medidas de distanciamiento social⁹.

A medida que la IA se integra cada vez más en la educación médica, es fundamental educar a los médicos y futuros profesionales de la salud sobre cómo optimizar sus interacciones con los sistemas de IA. Esto incluye enseñarles a reportar eficazmente la información pertinente del paciente, permitiendo que la IA compare y correlacione los datos con fuentes externas. También deben aprender a interactuar con sistemas de IA que establecen conexiones personalizadas con los pacientes, reconociendo señales de advertencia, comparando datos y facilitando transiciones fluidas entre proveedores. Esta capacitación es esencial para mejorar la prestación de atención médica impulsada por IA y asegurar una educación médica de alta calidad¹⁰.

Sin embargo, la introducción de computadoras en los procesos de atención médica puede hacer que los médicos sientan que su educación se desvaloriza y que el arduo entrenamiento que han recibido pierde importancia¹. Estas circunstancias generan preguntas y preocupaciones legítimas sobre el rol de la IA y su impacto en el futuro de la profesión médica¹¹. ¿Es la IA una herramienta que simplemente complementa el proceso educativo médico, o representa una amenaza para el valor de la educación y el desempeño profesional?^{12,13}.

Hasta la fecha, no se han realizado conexiones definitivas entre la educación médica y el uso de la IA mediante revisiones sistemáticas o meta-análisis. Si bien algunos estudios ya han demostrado la capa-

cidad de la IA para mejorar aspectos específicos del proceso educativo, aún existen vacíos importantes en la literatura que deben abordarse. Por ejemplo, faltan estudios empíricos que evalúen de manera rigurosa la eficacia de los algoritmos de IA en entornos educativos clínicos en tiempo real y su impacto en la formación médica a largo plazo. Además, aunque se ha demostrado que la IA puede personalizar el aprendizaje y mejorar el rendimiento académico, la adopción generalizada de estas tecnologías en instituciones con recursos limitados sigue siendo un área de investigación poco explorada. Este estudio pretende abordar estos vacíos, explorando cómo la IA puede optimizar tanto el proceso de enseñanza como el aprendizaje práctico, y proporcionar una base para futuras investigaciones y aplicaciones en diversos contextos educativos médicos.

Por lo tanto, se consideró que una revisión de alcance era el método más adecuado. Este enfoque pretende abarcar la amplitud y profundidad de la investigación disponible, identificar vacíos en el conocimiento y ofrecer recomendaciones para orientar futuras políticas e investigaciones.

OBJETIVO

Analizar las diversas aplicaciones de la IA en la formación de médicos, incluyendo sus beneficios, limitaciones e implicaciones éticas y sociales.

MÉTODO

El *scoping review* siguió el marco metodológico original sugerido en la literatura¹⁴. El método y las cinco etapas se describen a continuación. Para garantizar rigor y guiar el reporte, se empleó la extensión PRISMA para este diseño (ver lista de verificación PRISMA-ScR en el **apéndice A**).

Identificación de la pregunta de investigación

La siguiente pregunta de investigación orientó la revisión de alcance: ¿Cómo impacta el uso de la IA en la educación médica?

Identificación de estudios relevantes

La búsqueda utilizó PubMed, EMBASE, Web of Science y Google Scholar. Los términos de búsqueda cubrieron la población y los resultados relevantes

Tabla 1. Términos de búsqueda utilizados

Population	"Artificial Intelligence"[Majr] OR Intelligence, Artificial OR Computational Intelligence OR Intelligence, Computational OR Machine Intelligence
AND	"Education, Medical"[Mesh] Education, Medical, Continuing OR Education, Medical, Graduate
AND Outcomes	Impact [All Fields]

para la pregunta de investigación. Incluyeron términos superpuestos para asegurar que se identificara el mayor número posible de estudios al buscar en las bases de datos electrónicas (**tabla 1**). Se incluye una copia de la búsqueda en PubMed, EMBASE, Web Of Science y Google Scholar (**apéndice B**). El segundo paso consistió en revisar la lista de referencias de los estudios identificados en la búsqueda de bases de datos electrónicas para identificar cualquier estudio adicional. Las búsquedas se realizaron entre septiembre de 2023 y septiembre de 2024. La razón para tomar 2009 como el punto de corte de observación inicial es porque fue a partir de esa década que se comenzó a observar la modernización de la tecnología y su uso más amplio en la práctica médica.

Selección de estudios

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión predefinidos:

- Investigaciones publicadas entre 2009 y septiembre del 2024.
- Publicadas en inglés o español.
- Estudios que aborden la relación entre el uso de IA y la educación médica.
- Estudios que aborden el impacto que la IA podría tener en la educación médica.
- Datos reportados recolectados mediante métodos cuantitativos, cualitativos o mixtos.

Se aplicaron los siguientes criterios de exclusión:

- Estudios únicamente de prevalencia.
- Revisiones, resúmenes, disertaciones, libros, comentarios, editoriales y cartas.
- Estudios cuya población objetivo incluya personal no médico.

En la etapa inicial de la búsqueda y selección, se revisaron 24,630 artículos. La primera criba consistió

en la lectura de títulos y resúmenes, durante la cual participaron dos revisores independientes, quienes descartaron 24,406 estudios. Los principales motivos de exclusión en esta fase fueron:

- Enfoque en prevalencia sin análisis específico sobre el impacto de la IA en educación médica.
- Tipos de publicaciones no pertinentes como cartas al editor, comentarios y revisiones sistemáticas sin datos empíricos aplicables al objetivo del estudio.
- Desajuste en la población objetivo, al encontrarse estudios orientados hacia personal de salud general sin énfasis en estudiantes o profesionales de medicina.

Posteriormente, se procedió a una revisión completa de los 224 artículos restantes. De estos, se eliminaron 194 por:

- Ausencia de un enfoque claro o detallado en el uso de IA dentro de la educación médica o la formación de profesionales de salud.
- Limitaciones en la profundidad del análisis, ya que algunos estudios no aportaban datos cuantitativos o cualitativos relevantes para la revisión.

Durante este proceso, los dos revisores independientes fueron los encargados de realizar la evaluación de los estudios en ambas etapas. En los casos en que surgieron desacuerdos entre los revisores, estos fueron resueltos mediante discusión. Si el desacuerdo persistía, se consultó a un tercer revisor para tomar la decisión final, asegurando así un proceso de selección objetivo y confiable.

Tipos de artículos: Los estudios incluidos en esta revisión se clasificaron en varias categorías según su diseño. Entre ellos se encuentran:

- *Revisiones sistemáticas y de alcance:* Se identificaron estudios que sintetizan la literatura existente sobre el uso de la IA en educación médica.
- *Estudios observacionales:* Investigaciones que evaluaron el impacto de la IA en entornos clínicos y educativos sin intervención directa.
- *Estudios de intervención:* Trabajos que describieron el uso de simuladores o sistemas de IA aplicados a la educación médica, midiendo su efectividad comparada con métodos tradicionales.

Temas abordados: Se incluyeron estudios que tocaron los siguientes temas clave:

- *Aprendizaje personalizado:* Uso de IA para adaptar los contenidos educativos a las necesidades específicas de cada estudiante.
- *Simulaciones clínicas:* Implementación de simuladores basados en IA para mejorar las habilidades clínicas y quirúrgicas de los estudiantes de medicina.
- *Evaluación automática y retroalimentación:* Herramientas de IA utilizadas para proporcionar retroalimentación inmediata a los estudiantes.
- *Consideraciones éticas:* Discusión sobre el impacto de la IA en la privacidad de los datos de los pacientes y los riesgos de dependencia tecnológica.

Extracción de datos

Para la extracción de datos, se diseñó un formulario en Microsoft Excel que incluía variables clave para sistematizar la información de cada estudio:

- *Diseño del estudio:* Se documentó el tipo de estudio (revisión, observacional, ensayo clínico, etc.) para comprender las metodologías empleadas.
- *Entorno:* Se identificó el contexto (simuladores clínicos, laboratorios de enseñanza, entornos hospitalarios, etc.) en que se llevó a cabo cada intervención.
- *Método de muestreo:* Se detalló el procedimiento de selección de participantes, clasificándolos en aleatorio, por conveniencia, etc.
- *Tamaño y composición de la muestra:* Se registró la cantidad de sujetos y *características relevantes* (p. ej., *estudiantes de medicina, residentes*).

- *Materiales y tecnologías empleadas:* Incluyó el tipo de herramientas de IA utilizadas (p. ej., aprendizaje automático, simuladores de realidad virtual), con descripciones que permitieran una comprensión del tipo de innovación aplicada.

Compilación, resumen y reporte de resultados

En este estudio, se utilizó un análisis temático como método principal para la síntesis cualitativa. Este enfoque permitió identificar y organizar patrones recurrentes en los estudios revisados, facilitando una comprensión más profunda de los hallazgos. El análisis temático fue particularmente útil para examinar cómo se ha aplicado la IA en la educación médica y qué aspectos clave emergieron en los diferentes estudios incluidos en la revisión.

El proceso de síntesis cualitativa se desarrolló en varias etapas:

- *Familiarización con los datos:* Los estudios incluidos fueron revisados detenidamente para obtener una visión general de los temas abordados. Se tomó nota de las ideas principales y de cualquier hallazgo relevante relacionado con la IA en la educación médica.
- *Codificación inicial:* A medida que se revisaban los estudios, se identificaron y marcaron fragmentos de texto relacionados con los objetivos de la revisión. Estos fragmentos fueron codificados utilizando etiquetas descriptivas que resumían los aspectos clave, como “aprendizaje personalizado”, “simulaciones clínicas”, y “retroalimentación automática”.
- *Búsqueda de temas:* Los códigos identificados fueron agrupados en temas más amplios que reflejaban las principales áreas de interés abordadas por los estudios. En esta etapa, se revisaron las similitudes y diferencias entre los estudios para consolidar temas como “impacto en el aprendizaje práctico”, “retos éticos” y “adopción en instituciones con recursos limitados”.
- *Revisión de los temas:* Una vez identificados los temas, se volvieron a revisar para asegurar que fueran coherentes y reflejaran de manera fiel los hallazgos de los estudios. Se evaluó si los temas estaban respaldados por suficiente evidencia en

la literatura revisada y si representaban aspectos clave del impacto de la IA en la educación médica.

- *Definición y denominación de los temas:* En esta etapa, se refinaron y definieron los temas finales. Se crearon descripciones claras para cada tema, explicando de qué manera los estudios contribuían a ese tema en particular.
- *Elaboración de la síntesis narrativa:* Finalmente, se elaboró una síntesis narrativa de los temas, integrando los hallazgos de los estudios revisados en una estructura coherente que permitiera una interpretación global del impacto de la IA en la educación médica. Esta síntesis narrativa proporcionó una visión general del campo, identificando tanto las fortalezas como las limitaciones de la investigación actual y sugiriendo áreas para futuras investigaciones.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente estudio fue sometido a revisión por el comité de bioética institucional y fue clasificado como seguro.

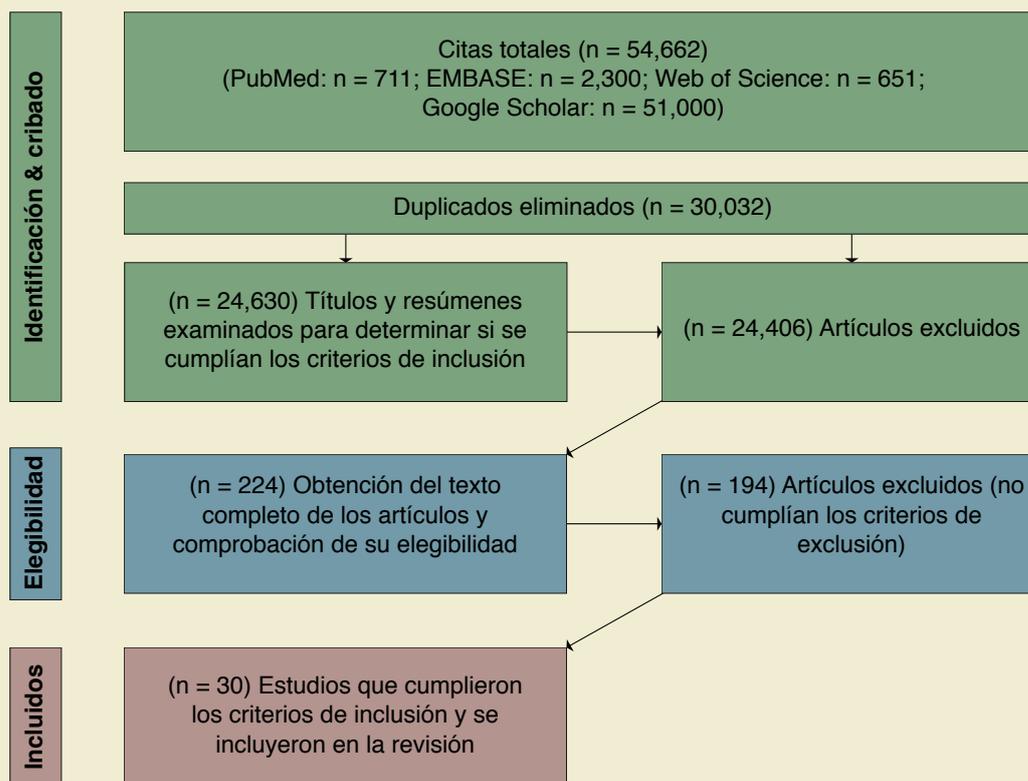
RESULTADOS

Resultados de la búsqueda: De los 54,662 artículos identificados al buscar en bases de datos electrónicas, 30 cumplieron con los criterios de inclusión (figura 1).

Descripción de los estudios revisados

La revisión incluyó un total de 30 estudios, publicados mayoritariamente entre 2019 y septiembre del 2024 ($n = 27$). Estos estudios examinaron el uso de la IA en la educación médica, con un enfoque en sus ventajas, desafíos y las consideraciones éticas asociadas a su implementación. Los estudios tam-

Figura 1. Diagrama de flujo de la revisión bibliográfica



bién exploraron las implicaciones que la IA podría tener en la formación médica futura, evaluando su impacto tanto en los médicos en formación como en las prácticas clínicas a largo plazo.

La distribución de los estudios abarcó una variedad de tipos, destacando los siguientes:

- *Revisiones sistemáticas y de alcance:* El 53% de los estudios revisados (n = 16) consistieron en revisiones sistemáticas y de alcance, las cuales ofrecieron un panorama amplio sobre el estado actual del uso de la IA en educación médica, destacando los avances y los vacíos en la investigación.
- *Artículos originales:* Constituyeron el 13% (n = 4), con estudios que implementaron herramientas de IA en simulaciones clínicas y en procesos de evaluación académica, mostrando mejoras significativas en el desempeño de los estudiantes.
- *Artículos de comentario:* Un 20% (n = 6) abordaron reflexiones sobre los desafíos de implementar la IA en la educación médica, destacando las barreras tecnológicas y éticas.
- *Artículos de perspectiva y opinión:* Representaron un 6% en conjunto (n = 2), analizando los impactos a largo plazo de la IA en la medicina y cómo estos avances podrían transformar las prácticas educativas tradicionales.
- *Revisiones históricas:* El 6% (n = 2) proporcionaron un análisis retrospectivo sobre la evolución de la tecnología IA en la medicina, desde sus primeros pasos hasta su uso actual en la formación médica.

En cuanto a la metodología, la mayoría de los estudios (84%) eran de carácter cualitativo, enfocándose en entrevistas, análisis temáticos y estudios de caso que evaluaron la percepción de los estudiantes y educadores sobre la integración de la IA en sus procesos de formación.

Los temas principales abordados en los estudios incluyen:

- *Impacto de la IA en la educación médica:* Este fue el tema predominante en el 37% de los estudios, donde se evaluó cómo las plataformas de IA están mejorando el aprendizaje individualizado, la

simulación de prácticas clínicas y el seguimiento académico.

- *Influencia en la práctica médica:* El 26% de los estudios exploraron cómo la IA podría influir en la toma de decisiones clínicas y mejorar la precisión diagnóstica en entornos de práctica real.
- *Desarrollo de algoritmos de IA:* Algunos estudios se centraron en la creación de nuevos algoritmos que optimizan los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación médica, y su aplicación para mejorar los sistemas de admisión a programas médicos y la evaluación continua.

Por último, los estudios también reflejaron la *evolución de los paradigmas educativos tradicionales hacia enfoques de IA, aprendizaje automático (ML) y aprendizaje profundo (DL)*. Esta transición hacia la IA ha sido documentada como una oportunidad clave para optimizar tanto la investigación como la práctica médica, permitiendo una mayor personalización en los procesos educativos y un seguimiento más preciso del progreso de los estudiantes.

APLICACIONES

La IA, actualmente, tiene múltiples utilidades en la formación médica, entre las cuales destacan las siguientes:

- a) *Admisiones y selección para la escuela de medicina y la residencia:* Se han desarrollado modelos de ML para apoyar ampliamente el proceso de admisión en programas médicos, incluyendo la detección de sesgos de género en las cartas de referencia para la residencia y la identificación de candidatos que probablemente serán seleccionados¹⁴. Con una precisión altamente positiva de clasificación y evaluación de aplicaciones en diferentes estudios, los modelos de ML pueden mitigar el sesgo e identificar solicitantes que de otro modo podrían haber sido descartados¹⁵⁻¹⁷.
- b) *Simulación médica:* La IA puede utilizarse para crear entornos de simulación médica realistas, permitiendo a los estudiantes practicar habilidades clínicas en escenarios seguros y controlados. Estos simuladores pueden simular diversas situaciones clínicas, como procedimientos quirúrgicos, resucitación cardiopulmonar y atención

de emergencia¹⁸. Por ejemplo, un ensayo clínico aleatorizado dirigido por Ali M. Fazlollahi et al. demostró mejoras significativas en la competencia quirúrgica entre estudiantes sin experiencia previa en cirugía tras recibir tutoría guiada por IA en la resección de tumores. Notablemente, esta intervención mejoró el rendimiento durante las sesiones de práctica quirúrgica y en escenarios de simulación realistas¹⁹.

- c) *Análisis de imágenes médicas*: Los algoritmos creados pueden analizar imágenes como tomografías computarizadas, ecografías o resonancias magnéticas, basándose en patrones con los que han sido configurados para detectar anomalías. Estos sistemas de IA pueden ayudar en el diagnóstico temprano y preciso de enfermedades como el cáncer, reduciendo así el tiempo de diagnóstico y afectando la morbilidad y mortalidad^{3,18,19}. Ejemplos de esta aplicación se observan en el cribado y diagnóstico del cáncer de mama. Modelos de ML denominados detección asistida por computadora se presentan como una gran herramienta para detectar lesiones mamográficas que pueden indicar la presencia de cáncer de mama²⁰. Más recientemente, una metodología de resonancia magnética de DL mejoró el rendimiento de los radiólogos al reducir la tasa de diagnósticos falsos positivos²¹.
- d) *Toma de decisiones clínicas*: La habilidad de estos sistemas de procesar grandes volúmenes de datos clínicos como historiales médicos y resultados de pruebas permite proporcionar recomendaciones personalizadas para la toma de decisiones clínicas^{2,5,9}. También pueden utilizar la información para seleccionar, por ejemplo, el medicamento más adecuado o generar alertas para prevenir interacciones farmacológicas potencialmente peligrosas¹⁹. Es importante señalar que la aplicabilidad de un sistema de ML para uso clínico puede validarse en ensayos retrospectivos o prospectivos y, en algunos casos, con datos simulados²².
- e) *Procesamiento de datos en investigación*: La capacidad de procesamiento de datos de las herramientas de IA permite el análisis de grandes cantidades de información, ayudando a realizar investigaciones que impactan no solo en la epidemiología local, sino también a nivel internacional^{7,8,13}.

BENEFICIOS

A lo largo de la historia, el alcance de muchas herramientas creadas por los humanos no ha sido previsto (**figura 2**). Hasta ahora, algunas de las ventajas del uso de la IA en la formación médica son:

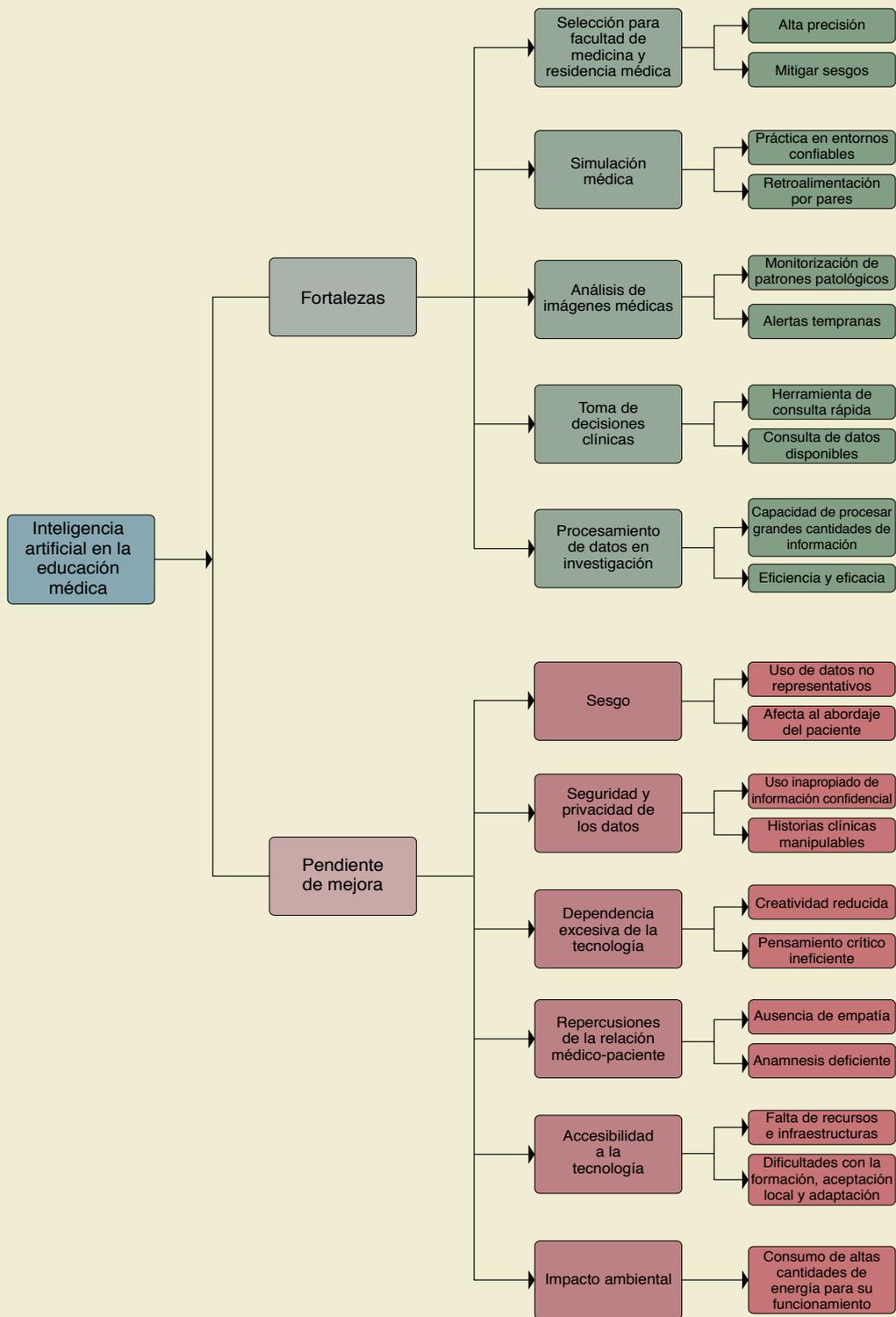
- a) *Personalización del aprendizaje*: La IA permite adaptar el contenido educativo y el ritmo de aprendizaje a las necesidades individuales de cada estudiante, ya que ofrece aprendizaje basado en casos y herramientas para proporcionar al estudiante archivos de enseñanza relevantes para cada aprendiz de acuerdo a su perfil, optimizando así la eficiencia y efectividad de la formación. También permite al docente realizar un seguimiento electrónico sistemático de los objetivos logrados por el estudiante^{4,5,18}.
- b) *Retroalimentación inmediata*: Los sistemas basados en IA pueden proporcionar retroalimentación rápida y detallada sobre el desempeño de los estudiantes, permitiéndoles corregir errores y mejorar sus habilidades en la vida real. Además, la facilidad de análisis conjunto con sus pares en un entorno de alta fidelidad permite consolidar conceptos utilizados en diferentes disciplinas^{10,24}.
- c) *Facilidad de acceso a la información*: Estas herramientas se han convertido en el lugar de consulta oportuna y, a menudo, precisa sobre conceptos, análisis y conducta en diversas patologías. Por ejemplo, ChatGPT tiene el potencial de ayudar en la educación médica y facilitar la búsqueda rápida de información sobre enfermedades y la investigación médica más reciente^{5,10,25}.

IMPLICACIONES

A pesar de las aparentes ventajas de estas tecnologías, no deben pasarse por alto las implicaciones éticas y sociales (**figura 2**).

- a) *Posible sesgo*: Los futuros clínicos deben comprender el origen de los sesgos de la IA en el cuidado de la salud y cómo mitigarlos. El sesgo puede ocurrir cuando se utilizan datos no representativos para entrenar el modelo (basados en una población diferente, por ejemplo), limitando la precisión del diagnóstico, la evaluación de riesgos y la toma de decisiones clínicas para ciertos pacientes²⁶.

Figura 2. Características esenciales de la inteligencia artificial en la educación médica. Las conclusiones más positivas aparecen en verde, y las posibles implicaciones de mejora, en rojo



- b) *Privacidad y seguridad de los datos*: La implementación de la IA incluye la recopilación y análisis de diversas cantidades de datos clínicos, lo que genera preocupaciones sobre la privacidad y seguridad de la información del paciente. La vasta información disponible aumenta la probabilidad de cruces entre diferentes conjuntos de datos, lo que puede provocar la pérdida de la anonimización de los datos²⁷. A pesar de los avances en las medidas de seguridad, los sistemas de IA no son inmunes a las vulnerabilidades^{12,28}.
- c) *Dependencia excesiva de la tecnología*: El uso generalizado de la IA en la educación médica genera preocupaciones sobre una posible dependencia excesiva de la tecnología, que podría disminuir las habilidades clínicas tradicionales e impedir la adaptabilidad de los profesionales a circunstancias imprevistas²⁹. Mientras que los métodos de enseñanza tradicionales enfatizan experiencias inmersivas como la lectura profunda y las interacciones colaborativas con pares, la llegada de la tecnología presenta tanto oportunidades como desafíos. Aunque la tecnología facilita el acceso a la información del paciente en el punto de atención, también corre el riesgo de sofocar la creatividad profesional. Por otro lado, limitar el acceso a la tecnología podría privar a los médicos de herramientas clínicas esenciales necesarias para navegar en situaciones urgentes³⁰.
- d) *Impacto en la relación médico-paciente*: La integración de la IA en la formación médica tiene repercusiones para la relación médico-paciente ya que puede disminuir el trato con compasión y fomentar la sensación de distancia. Es importante considerar cómo se integra la tecnología en la atención médica y asegurar que la empatía y la comunicación humana permanezcan en el centro de la relación médico-paciente^{23,31}. Por otro lado, la sociedad contemporánea enfrenta las consecuencias de la desinformación. El fácil acceso a información no profesional o guiada lleva a escenarios donde los pacientes acuden a consultas médicas buscando exámenes o procedimientos innecesarios u optan por interactuar con la IA desde sus hogares y evitar así la orientación médica profesional¹⁰. La información debe ser ampliamente difundida entre todos; sin embargo, no

debe perderse la responsabilidad de interpretar los datos, siempre con el objetivo de generar los mejores resultados para las condiciones de los pacientes²⁸⁻³⁰.

- f) *Accesibilidad tecnológica*: Si bien la adopción de tecnologías y recursos electrónicos ha sido más prevalente en los países desarrollados, muchos países en desarrollo carecen de la infraestructura, la inversión en salud y los recursos educativos necesarios para permitir oportunidades de aprendizaje uniformes para los profesionales de la salud a nivel internacional²⁸. Se ha demostrado que en países de bajos ingresos y en desarrollo pueden pasar varias décadas para que una nueva guía de práctica clínica (CPG) sea implementada en todo el territorio^{32,33}. Lo anterior depende, entre otras cosas, de lo siguiente:

1. Disponibilidad de recursos, como personal capacitado, equipo médico o infraestructura^{32,33}.
2. Capacitación y educación: Los profesionales deben recibir información sobre procedimientos y prácticas actualizadas^{32,33}.
3. Barreras geográficas y logísticas: Si el pueblo está en una zona remota o de difícil acceso, la implementación de la CPG puede enfrentar desafíos logísticos, como el suministro de medicamentos y equipos médicos^{32,33}.
4. Aceptación y adopción local: Si hay resistencia o falta de comprensión de la importancia de la CPG, su implementación puede llevar más tiempo^{32,33}.
5. Reducción de las actividades de consulta: La actividad laboral del médico podría verse afectada por el uso de la IA, ya que sus actividades de consulta serán mucho menos demandadas por los pacientes debido a la creación de programas cada vez más interactivos y al alcance de la población que ofrecen consejos médicos más rápido que el propio profesional¹.

DISCUSIÓN

La integración de la IA en la educación médica ha generado un amplio debate sobre sus implicaciones positivas y negativas para el futuro de la atención

médica. Esta revisión tuvo como objetivo sintetizar las ideas clave y las implicaciones de la adopción de la IA en la educación médica, arrojando luz sobre el panorama en evolución e identificando áreas de preocupación y posible mejora.

Históricamente, la intersección de la tecnología y la medicina ha sido un tema de interés, con discusiones tempranas en la década de 1970 que vislumbraban el potencial transformador de la tecnología informática en el cuidado de la salud. Hoy en día, la IA, que abarca el ML y el DL, es un testimonio de esta visión, revolucionando la educación médica a través de aplicaciones y metodologías innovadoras.

Aunque los beneficios de la IA en la educación médica son evidentes, también se resaltan varias preocupaciones éticas y prácticas que demandan una consideración cuidadosa. La dependencia excesiva de la tecnología puede comprometer las habilidades clínicas tradicionales y la interacción humana en la atención médica. Además, la recopilación de extensos datos clínicos de muchas fuentes posibles genera preguntas sobre el uso de la IA y confidencialidad del paciente y su protección. Asimismo, el potencial de sesgo en los algoritmos de IA presenta un desafío ético notable, que requiere medidas proactivas para mitigar el sesgo y mantener una atención médica precisa que pueda generalizarse o ajustarse a la población objetivo^{1,14,34}.

Otro desafío que enfrenta la IA es entorno a su accesibilidad, especialmente en países en desarrollo con infraestructura y recursos limitados. La brecha digital exacerba las disparidades, destacando la necesidad de acceso equitativo a recursos educativos y programas de formación impulsados por IA^{35,36}. En regiones con acceso limitado a Internet, las tecnologías de IA como ChatGPT pueden no ser factibles, limitando sus beneficios a poblaciones específicas. Aunque la IA cuenta con mecanismos de autoaprendizaje, su despliegue efectivo requiere personal capacitado capaz de implementar y mantener la tecnología³⁷.

A medida que se adoptan las tecnologías de IA, también se debe reflexionar sobre el valor de los modelos educativos tradicionales que priorizan la interacción directa entre docentes y estudiantes³⁸. El potencial aislamiento de los médicos en formación de sus instructores y pacientes plantea preocupacio-

nes sobre la erosión de la relación médico-paciente, un aspecto fundamental del cuidado de la salud que va más allá de los tratamientos médicos³⁹. Al equilibrar la innovación con las consideraciones éticas y fomentar la colaboración interdisciplinaria, se puede aprovechar el poder transformador de la IA para crear un sistema de salud más eficiente, equitativo y compasivo para todos.

LIMITACIONES

Aunque esta revisión de alcance ha proporcionado una visión general amplia sobre el uso de la IA en la educación médica, es importante reconocer ciertas limitaciones inherentes a este tipo de estudio. En primer lugar, las revisiones de alcance no buscan evaluar de manera exhaustiva la calidad de los estudios incluidos, lo que significa que los hallazgos presentados no están basados en un análisis crítico profundo de la robustez metodológica de los estudios. Este enfoque puede limitar la capacidad para establecer conclusiones definitivas sobre la efectividad de la IA en la educación médica.

Otra limitación es la ausencia de un análisis cuantitativo formal. Al centrarse en la síntesis cualitativa de los estudios, este trabajo no ofrece un análisis estadístico que cuantifique el impacto de la IA en los resultados educativos. Además, los estudios incluidos presentaron una heterogeneidad significativa en términos de diseño, población, y métodos de intervención, lo que dificulta la comparación directa entre ellos.

Asimismo, la búsqueda de literatura estuvo limitada a artículos en inglés y español, lo que podría haber excluido investigaciones relevantes publicadas en otros idiomas. La selección de estudios también se restringió a aquellos accesibles en bases de datos específicas, lo que implica que algunos estudios importantes pueden no haber sido considerados si no estaban disponibles en estas plataformas.

Finalmente, es posible que algunos estudios relevantes hayan sido excluidos debido a la falta de disponibilidad de datos completos o al no cumplir con los criterios de inclusión específicos. Estas limitaciones podrían haber afectado los resultados al introducir posibles sesgos de selección y limitar la generalización de los hallazgos. Sin embargo, la revisión de alcance sigue siendo una herramienta

valiosa para mapear el panorama actual de la investigación sobre IA en la educación médica y ofrecer una base sólida para futuras investigaciones más detalladas y específicas.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta revisión de alcance destacan que la IA tiene un impacto significativo en la educación médica, especialmente en áreas como la personalización del aprendizaje, la simulación clínica avanzada y la retroalimentación automática. Las tecnologías de IA, como el ML y el DL, están mostrando un gran potencial para optimizar el proceso de formación médica, mejorando tanto la calidad del aprendizaje como la eficiencia en la adquisición de habilidades clínicas. Sin embargo, a pesar de los avances observados, los estudios revisados también han puesto de manifiesto desafíos importantes, como las barreras tecnológicas y la necesidad de capacitación adecuada para que los profesionales de la salud interactúen eficientemente con estos sistemas.

Específicamente, los resultados muestran que, si bien la IA puede mejorar el aprendizaje personalizado y las simulaciones clínicas, la falta de infraestructura tecnológica en algunas instituciones podría limitar su adopción a gran escala. Asimismo, las preocupaciones éticas, particularmente en lo que respecta a la privacidad de los datos y la dependencia de los sistemas automatizados, siguen siendo áreas de gran relevancia que deben ser abordadas en futuros estudios.

A partir de los hallazgos de esta revisión, se pueden derivar las siguientes recomendaciones para la práctica y la investigación futura:

1. *Investigación adicional*: Es necesario realizar estudios empíricos a largo plazo que evalúen la efectividad de los algoritmos de IA en la educación médica en contextos clínicos reales. Estos estudios deberían incluir mediciones tanto cualitativas como cuantitativas para evaluar el impacto en el rendimiento académico y profesional de los estudiantes.
2. *Capacitación en IA*: Es crucial desarrollar programas de formación específicos para educadores y estudiantes de medicina que incluyan el uso adecuado de las herramientas de IA. Esto garantizará que los futuros médicos no solo se beneficien de estas tecnologías, sino que también las utilicen de manera ética y efectiva.
3. *Evaluación ética*: Los estudios futuros deberían enfocarse en analizar las implicaciones éticas y legales del uso de IA en la educación médica, particularmente en lo que respecta a la protección de la privacidad de los datos y la toma de decisiones clínicas automatizadas.
4. *Infraestructura tecnológica*: Se recomienda la creación de estrategias para mejorar la infraestructura tecnológica en instituciones con recursos limitados, de modo que puedan adoptar plenamente las innovaciones basadas en IA y ofrecer una educación médica de alta calidad.

CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

- MA: Conceptualización y diseño del estudio, redacción del borrador inicial del manuscrito, supervisión del análisis de datos, revisión y edición final del manuscrito.
- JG: Recolección de datos, interpretación de resultados, redacción y edición de secciones del manuscrito, revisión del manuscrito.
- LJ: Búsqueda bibliográfica, desarrollo del marco teórico, redacción y edición del manuscrito, contribución al análisis de resultados, asistencia en la validación de datos.
- MM: Supervisión general del estudio, redacción y edición del manuscrito final, revisión y aprobación final del manuscrito, contribuciones al desarrollo del diseño metodológico.
- JM: Búsqueda bibliográfica, recolección de datos y visualización, contribuciones técnicas al manuscrito, asistencia en la interpretación de resultados, revisión técnica del manuscrito.
- KR: Supervisión general del estudio, redacción y edición del manuscrito final, revisión y aprobación final del manuscrito, contribuciones al desarrollo del diseño metodológico.
- DR: Supervisión general del estudio, redacción y edición del manuscrito final, revisión y aprobación final del manuscrito, contribuciones al desarrollo del diseño metodológico.
- YQ: Supervisión general del estudio, redacción y edición del manuscrito final, revisión y apro-

bación final del manuscrito, contribuciones al desarrollo del diseño metodológico.

- LP: Supervisión general del estudio, redacción y edición del manuscrito final, revisión y aprobación final del manuscrito, contribuciones al desarrollo del diseño metodológico.
- GM: Análisis metodológico y estadístico, diseño del estudio, revisión de la metodología, validación de datos, asistencia en la interpretación de resultados, revisión técnica del manuscrito.

AGRADECIMIENTOS

Ninguno.

PRESENTACIONES PREVIAS

Ninguna.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTOS DE INTERESES

Ninguno. 

REFERENCIAS

1. Schwartz WB. Medicine and the computer. The promise and problems of change. *N Engl J Med.* 1970 Dic 3;283(23):1257-64. doi: 10.1056/NEJM197012032832305.
2. Pettit RW, Fullem R, Cheng C, Amos CI. Artificial intelligence, machine learning, and deep learning for clinical outcome prediction. *Emerg Top Life Sci.* 2021 Dic 20;5(6):729-45. doi: 10.1042/ETLS20210246.
3. Tolsgaard MG, Pusic MV, Sebok-Syer SS, Gin B, Svendsen MB, Syer MD, Brydges R, Cuddy MM, Boscardin CK. The fundamentals of Artificial Intelligence in medical education research: AMEE Guide No. 156. *Med Teach.* 2023 Jun;45(6):565-573. doi: 10.1080/0142159X.2023.2180340.
4. Duong MT, Rauschecker AM, Rudie JD, Chen PH, Cook TS, Bryan RN, Mohan S. Artificial intelligence for precision education in radiology. *Br J Radiol.* 2019 Nov;92(1103):20190389. doi: 10.1259/bjr.20190389.
5. Theodosiou AA, Read RC. Artificial intelligence, machine learning and deep learning: Potential resources for the infection clinician. *J Infect.* 2023 Oct;87(4):287-294. doi: 10.1016/j.jinf.2023.07.006.
6. LeCun Y, Bengio Y, Hinton G. Deep learning. *Nature.* 2015 May 28;521(7553):436-44. doi: 10.1038/nature14539.
7. Winkler-Schwartz A, Bissonnette V, Mirchi N, Ponnudurai N, Yilmaz R, Ledwos N, Siyar S, Azarnoush H, Karlik B, Del Maestro RF. Artificial Intelligence in Medical Education: Best Practices Using Machine Learning to Assess Surgical Expertise in Virtual Reality Simulation. *J Surg Educ.* 2019 Nov-Dic;76(6):1681-1690. doi: 10.1016/j.j Surg.2019.05.015.
8. Ward TM, Mascagni P, Madani A, Padoy N, Perretta S, Hashimoto DA. Surgical data science and artificial intelligence for surgical education. *J Surg Oncol.* 2021 Ago;124(2):221-230. doi: 10.1002/jso.26496.
9. Chen M, Decary M. Artificial intelligence in healthcare: An essential guide for health leaders. *Healthc Manage Forum.* 2020 Jan;33(1):10-18. doi: 10.1177/0840470419873123.
10. Masters K. Artificial intelligence in medical education. *Med Teach.* 2019 Sep;41(9):976-980. doi: 10.1080/0142159X.2019.1595557.
11. Lee J, Wu AS, Li D, Kulasegaram KM. Artificial Intelligence in Undergraduate Medical Education: A Scoping Review. *Acad Med.* 2021 Nov 1;96(11S):S62-S70. doi: 10.1097/ACM.0000000000004291.
12. Lapão LV. Artificial intelligence: is it a friend or foe of physicians? *Einstein (Sao Paulo).* 2019 May 2;17(2):eED4982. doi: 10.31744/einstein_journal/2019ED4982.
13. Howard J. Artificial intelligence: Implications for the future of work. *Am J Ind Med.* 2019 Nov;62(11):917-926. doi: 10.1002/ajim.23037.
14. Tricco, AC, Lillie, E, Zarin, W, O'Brien, KK, Colquhoun, H, Levac, D, Moher, D, Peters, MD, Horsley, T, Weeks, L, Hempel, S et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Ann Intern Med.* 2018;169(7):467-473. doi: 10.7326/M18-0850
15. Marques M, Almeida A, Pereira H. The Medicine Revolution Through Artificial Intelligence: Ethical Challenges of Machine Learning Algorithms in Decision-Making. *Cureus.* 2024 Sep 14;16(9):e69405. doi: 10.7759/cureus.69405.
16. Alammari DM, Melebari RE, Alshaikh JA, Alotaibi LB, Basabeen HS, Saleh AF. Beyond Boundaries: The Role of Artificial Intelligence in Shaping the Future Careers of Medical Students in Saudi Arabia. *Cureus.* 2024 Sep 13;16(9):e69332. doi: 10.7759/cureus.69332.
17. Pillai J, Pillai K. ChatGPT as a medical education resource in cardiology: Mitigating replicability challenges and optimizing model performance. *Curr Probl Cardiol.* 2024 Oct 10;49(12):102879. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2024.102879.
18. Wang S, Yang L, Li M, Zhang X, Tai X. Medical Education and Artificial Intelligence: Web of Science-Based Bibliometric Analysis (2013-2022). *JMIR Med Educ.* 2024 Oct 10;10:e51411. doi: 10.2196/51411.
19. Gordon M, Daniel M, Ajiboye A, Uraiby H, Xu NY, Bartlett R, Hanson J, Haas M, Spadafore M, Grafton-Clarke C, Gasiea RY, Michie C, Corral J, Kwan B, Dolmans D, Thammasitboon S. A scoping review of artificial intelligence in medical education: BEME Guide No. 84. *Med Teach.* 2024 Abr;46(4):446-470. doi: 10.1080/0142159X.2024.2314198.
20. Burk-Rafel J, Reinstein I, Feng J, Kim MB, Miller LH, Cocks PM, Marin M, Aphinyanaphongs Y. Development and Validation of a Machine Learning-Based Decision Support Tool for Residency Applicant Screening and Review. *Acad Med.* 2021 Nov 1;96(11S):S54-S61. doi: 10.1097/ACM.0000000000004317.
21. Keir G, Hu W, Filippi CG, Ellenbogen L, Woldenberg R.

- Using artificial intelligence in medical school admissions screening to decrease inter- and intra-observer variability. *JAMIA Open*. 2023 Feb 17;6(1):ooad011. doi: 10.1093/jami-aopen/ooad011.
22. Triola MM, Reinstein I, Marin M, Gillespie C, Abramson S, Grossman RI, Rivera R Jr. Artificial Intelligence Screening of Medical School Applications: Development and Validation of a Machine-Learning Algorithm. *Acad Med*. 2023 Sep 1;98(9):1036-1043. doi: 10.1097/ACM.0000000000005202.
 23. Gupta R, Srivastava D, Sahu M, Tiwari S, Ambasta RK, Kumar P. Artificial intelligence to deep learning: machine intelligence approach for drug discovery. *Mol Divers*. 2021 Ago;25(3):1315-1360. doi: 10.1007/s11030-021-10217-3.
 24. Fazlollahi AM, Bakhaidar M, Alsayegh A, Yilmaz R, Winkler-Schwartz A, Mirchi N, Langleben I, Ledwos N, Sabbagh AJ, Bajunaid K, Harley JM, Del Maestro RF. Effect of Artificial Intelligence Tutoring vs Expert Instruction on Learning Simulated Surgical Skills Among Medical Students: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2022 Feb 1;5(2):e2149008. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2021.49008.
 25. Dromain C, Boyer B, Ferré R, Canale S, Delaloue S, Balleysguier C. Computed-aided diagnosis (CAD) in the detection of breast cancer. *Eur J Radiol*. 2013 Mar;82(3):417-23. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.03.005.
 26. Hu Q, Whitney HM, Giger ML. A deep learning methodology for improved breast cancer diagnosis using multiparametric MRI. *Sci Rep*. 2020 Jun 29;10(1):10536. doi: 10.1038/s41598-020-67441-4.
 27. Adlung L, Cohen Y, Mor U, Elinav E. Machine learning in clinical decision making. *Med*. 2021;2(6):642-65. doi: 10.1016/j.medj.2021.04.006
 28. Rampton V, Mittelman M, Goldhahn J. Implications of artificial intelligence for medical education. *Lancet Digit Health*. 2020 Mar;2(3):e111-e112. doi: 10.1016/S2589-7500(20)30023-6.
 29. Park SH, Do KH, Kim S, Park JH, Lim YS. What should medical students know about artificial intelligence in medicine? *J Educ Eval Health Prof*. 2019;16:18. doi: 10.3352/jeehp.2019.16.18.
 30. Qu X, Yang J, Chen T, Zhang W. [Reflections on the Implications of the Developments in ChatGPT for Changes in Medical Education Models]. *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2023 Sep;54(5):937-940. Chinese. doi: 10.12182/20231360302.
 31. Katznelson G, Gerke S. The need for health AI ethics in medical school education. *Adv Health Sci Educ Theory Pract*. 2021 Oct;26(4):1447-1458. doi: 10.1007/s10459-021-10040-3.
 32. Masters K. Ethical use of Artificial Intelligence in Health Professions Education: AMEE Guide No. 158. *Med Teach*. 2023 Jun;45(6):574-584. doi: 10.1080/0142159X.2023.2186203.
 33. Keskinbora KH. Medical ethics considerations on artificial intelligence. *J Clin Neurosci*. 2019 Jun;64:277-282. doi: 10.1016/j.jocn.2019.03.001.
 34. Neves SE, Chen MJ, Ku CM, Karan S, DiLorenzo AN, Schell RM, Lee DE, Diachun CAB, Jones SB, Mitchell JD. Using Machine Learning to Evaluate Attending Feedback on Resident Performance. *Anesth Analg*. 2021 Feb 1;132(2):545-555. doi: 10.1213/ANE.0000000000005265.
 35. James CA, Wheelock KM, Woolliscroft JO. Machine Learning: The Next Paradigm Shift in Medical Education. *Acad Med*. 2021 Jul 1;96(7):954-957. doi: 10.1097/ACM.0000000000003943.
 36. Quinn TP, Coghlan S. Readyng Medical Students for Medical AI: The Need to Embed AI Ethics Education. 2021;1-10. doi: arXiv:2109.02866v1
 37. MacDermid JC, Graham ID. Knowledge Translation: Putting the “Practice” in Evidence-Based Practice. *Hand Clin*. 2009;25(1):125-43. doi: 10.1016/j.hcl.2008.10.003
 38. Grimshaw, J. M., Eccles, M. P., Lavis, J. N., Hill, S. J., & Squires, J. E. (2012). Knowledge translation of research findings. *Implementation Science*, 7(1). doi:10.1186/1748-5908-7-50.
 39. Szolovits P, Patil RS, Schwartz WB. Artificial intelligence in medical diagnosis. *Ann Intern Med*. 1988 Ene;108(1):80-7. doi: 10.7326/0003-4819-108-1-80.

APÉNDICE A

Lista de verificación de la extensión de los ítems preferidos para informes de revisiones sistemáticas y meta-análisis para revisiones de alcance (PRISMA-ScR)

Sección	ITEM	Ítem de la lista de chequeo PRISMA-ScR	Página #
Título			
Resumen	1	Identifique el informe como una revisión del alcance.	1
Resumen estructurado	2	Proporcione un resumen estructurado que incluya (si aplica): antecedentes, objetivos, criterios de elegibilidad, fuentes de evidencia, métodos de graficación, resultados y conclusiones que se relacionen con las preguntas y objetivos de la revisión.	1, 2
Introducción			
Justificación	3	Describir la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce. Explicar por qué las preguntas/objetivos de la revisión se prestan a un enfoque de revisión del alcance.	3
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de las preguntas y los objetivos que se abordan con referencia a sus elementos clave (por ejemplo, población o participantes, conceptos y contexto) u otros elementos clave pertinentes utilizados para conceptualizar las preguntas y/o los objetivos de la revisión.	5
Métodos			
Protocolo y registro	5	Indique si existe un protocolo de revisión; indique si se puede acceder a él y dónde (por ejemplo, una dirección web); y si está disponible, facilite la información de registro, incluido el número de registro.	N/A
Criterios de elegibilidad	6	Especifique las características de las fuentes de evidencia utilizadas como criterios de elegibilidad (por ejemplo, años considerados, idioma y estado de publicación), y proporcione una justificación.	6
Fuentes de información*	7	Describa todas las fuentes de información en la búsqueda (por ejemplo, bases de datos con fechas de cobertura y contacto con los autores para identificar fuentes adicionales), así como la fecha en que se ejecutó la búsqueda más reciente.	6
Búsqueda	8	Presentar la estrategia de búsqueda electrónica completa para al menos 1 base de datos, incluidos los límites utilizados, de forma que pueda repetirse.	Apéndice B
Selección de fuentes de información†	9	Indique el proceso de selección de las fuentes de evidencia (es decir, cribado y elegibilidad) incluidas en la revisión del alcance.	6
Proceso de elaboración de gráficos de datos‡	10	Describa los métodos de registro de datos de las fuentes de pruebas incluidas (por ejemplo, formularios calibrados o formularios que hayan sido probados por el equipo antes de su uso, y si el registro de datos se hizo de forma independiente o por duplicado) y cualquier proceso para obtener y confirmar los datos de los investigadores.	8
Datos	11	Enumere y defina todas las variables para las que se buscaron datos y las hipótesis y simplificaciones realizadas.	N/A
Valoración crítica de las distintas fuentes de información §	12	Si se hace, proporcione una justificación para realizar una valoración crítica de las fuentes de evidencia incluidas; describa los métodos utilizados y cómo se utilizó esta información en cualquier síntesis de datos (si aplica).	N/A
Síntesis de los resultados	13	Describir los métodos de manejo y resumen de los datos que se graficaron.	9
Resultados			
Selección de fuentes de evidencia	14	Indique el número de fuentes de evidencia seleccionadas, evaluadas para su elegibilidad e incluidas en la revisión, con las razones de las exclusiones en cada etapa, idealmente utilizando un diagrama de flujo.	Figura 1
Características de las fuentes de evidencia	15	Para cada fuente de evidencia, presente las características para las que se graficaron los datos y proporcione las citas.	10

Valoración crítica dentro de las fuentes de evidencia	16	Si se hace, presentar datos sobre la valoración crítica de las fuentes de evidencia incluidas (ver ítem 12).	N/A
Resultados de las fuentes de información individuales	17	Para cada fuente de evidencia incluida, presente los datos relevantes que se graficaron y que se relacionan con las preguntas y objetivos de la revisión.	Tabla 1
Síntesis de resultados	18	Resuma y/o presente los resultados de los gráficos en relación con las preguntas y los objetivos de la revisión.	10-16
Discusión			
Resumen de evidencia	19	Resumir los principales resultados (incluyendo una visión general de los conceptos, temas y tipos de evidencia disponibles), vincularlos a las preguntas y objetivos de la revisión y considerar la relevancia para los grupos clave.	16
Limitaciones	20	Discutir las limitaciones del proceso de revisión del alcance.	17
Conclusiones	21	Proporcione una interpretación general de los resultados con respecto a las preguntas y objetivos de la revisión, así como las posibles implicaciones y/o los próximos pasos.	18
Financiación			
	22	Describa las fuentes de financiación de las fuentes de evidencia incluidas, así como las fuentes de financiación de la revisión del alcance. Describa el papel de los financiadores de la revisión del alcance.	19

JBI = Joanna Briggs Institute; PRISMA-ScR = Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews.

* De dónde se recopilan las fuentes de evidencia, como bases de datos bibliográficas, plataformas de medios sociales y sitios web.

† Término más inclusivo/heterogéneo utilizado para dar cuenta de los diferentes tipos de evidencia o fuentes de datos (por ejemplo, investigación cuantitativa y/o cualitativa, opinión de expertos y documentos políticos) que pueden ser elegibles en una revisión del alcance, en contraposición a los estudios únicamente.

‡ Los marcos de Arksey y O'Malley y Levac y colegas y la guía del JBI se refieren al proceso de extracción de datos en una revisión de alcance.

§ El proceso de examinar sistemáticamente las pruebas de investigación para evaluar su validez, resultados y pertinencia antes de utilizarlas para fundamentar una decisión. Este término se utiliza para los puntos 12 y 19 en lugar de «riesgo de sesgo» (que es más aplicable a las revisiones sistemáticas de intervenciones) para incluir y reconocer las diversas fuentes de evidencia que pueden utilizarse en una revisión del alcance (por ejemplo, investigación cuantitativa y/o cualitativa, opinión de expertos y documento de política).

APÉNDICE B

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS PUBMED:

- (a) (“Artificial Intelligence”[Majr] OR Intelligence, Artificial OR Computational Intelligence OR Intelligence, Computational OR Machine Intelligence OR Intelligence, Machine OR Computer Reasoning OR Reasoning, Computer OR AI (Artificial Intelligence) OR Computer Vision Systems OR System, Computer Vision OR Knowledge Acquisition (Computer) OR Representation, Knowledge (Computer))
- (b) (“Education, Medical”[Mesh] Education, Medical, Continuing OR Education, Medical, Graduate OR Internship and Residency OR Teaching Rounds)
- (c) Impact[All Fields]

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA PARA EMBASE

- (1) (“Artificial Intelligence” OR “Computational Intelligence” OR “Machine Intelligence” OR “Computer Reasoning” OR “Computer Vision Systems” OR “Knowledge Acquisition (Computer)” OR “Knowledge Representation (Computer)”)
- (2) (“Medical Education” OR “Continuing Medical Education” OR “Graduate Medical Education” OR “Internship and Residency” OR “Teaching Rounds”)
- (3) (“Impact” OR “Effect” OR “Implications”)

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA PARA WEB OF SCIENCE

- (1) TS=(“Artificial Intelligence” OR “Machine Intelligence” OR “AI” OR “Computer Vision” OR “Knowledge Representation”)
- (2) TS=(“Medical Education” OR “Continuing Medical Education” OR “Graduate Medical Education” OR “Residency Training”)
- (3) TS=(“Impact” OR “Effect” OR “Applications”)

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA PARA GOOGLE SCHOLAR

- (1) ”Artificial Intelligence” “Medical Education” “Applications” “Ethical Implications”

TS: Topic Search

Estas búsquedas se realizaron inicialmente en diciembre/2023 y volvieron a realizarse en septiembre/2024, luego se exportó a EndNote.