

# ACTUALIZACIONES

## APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN MÉDICA: REVISIÓN NARRATIVA SOBRE AVANCES, BENEFICIOS Y DESAFÍOS

María Teresa Biggemann Auza\*, Freddy Bryan Paton Iglesias\*\*

### INTRODUCCIÓN

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la educación médica está provocando una revolución sin precedentes, redefiniendo los paradigmas educativos y clínicos. Desde la potenciación de la simulación clínica hasta la implementación de evaluaciones personalizadas, la IA no sólo mejora la eficacia educativa, sino que también se consolida como un pilar fundamental en la toma de decisiones clínicas informadas, contribuye a la creación de profesionales de la salud más adaptables y capacitados para enfrentar los desafíos del futuro, marcando un hito crucial en la evolución de la atención médica. (1)

En el ámbito de la educación médica, la IA no solo contribuye al desarrollo de habilidades técnicas, sino también al fomento de competencias interpersonales, como la compasión. Sin embargo, surgen desafíos éticos y regulatorios que requieren un análisis reflexivo. En las perspectivas futuras de la educación médica con IA se vislumbra una imperiosa necesidad de colaboración interdisciplinaria. La convergencia entre educadores médicos, profesionales de la salud y expertos en IA se presenta como esencial para abordar los desafíos emergentes y diseñar estrategias que impulsen un desarrollo sostenible y ético. Los estudiantes y profesionales de la salud deben adquirir competencias para utilizar eficientemente las aplicaciones de IA y evaluar críticamente su impacto en la atención médica. La adaptabilidad y la flexibilidad en los programas educativos, respaldados por sistemas de evaluación continua, son esenciales para medir la efectividad de la integración de la IA y ajustarse a los avances continuos,

garantizando la pertinencia y calidad continua de la formación médica(2)

### DEFINICIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La IA es la habilidad y capacidad de un ordenador, red de ordenadores o red de robots controlados por ordenadores para realizar las tareas comúnmente asociadas a seres humanos inteligentes. Tiene por objeto que los ordenadores hagan la misma cosa que puede realizar la mente humana con la ventaja de que puede articularse sistemas automáticos que posibiliten la ejecución. (3)

### INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA MÉDICOS EN FORMACIÓN

Aunque la transformación digital en el ámbito de la salud avanza a un ritmo más pausado en comparación con otros sectores, su impacto en la educación médica y las ciencias de la salud es innegable y crucial. La IA se posiciona como una herramienta clave para alcanzar mejores resultados en salud a menores costos, al tiempo que se protege el bienestar de los médicos.

Desde su concepción en 1955, la IA ha expandido sus aplicaciones, incluyendo el procesamiento de lenguaje, el razonamiento y el modelado cognitivo, revolucionando la forma en que se enseña y aprende medicina. Herramientas como chatbots, sistemas de tutoría inteligente y pacientes virtuales, entre otros, están mejorando la adquisición de conocimientos y habilidades en medicina, además de facilitar la educación a distancia y la gestión médica virtual. Las instituciones educativas en salud tienen el deber de ser epicentros de innovación, preparando profesionales con una visión de futuro, capaces de integrar la IA en su práctica de manera efectiva y ética (4).

\* Médico, Especialista en Imagenología. Caja de Salud Banca Privada. La Paz, Bolivia. Caja de la Banca Estatal de Salud. La Paz, Bolivia

\*\* Médico, Especialista en Medicina Interna. Hospital Oncológico de la Caja Nacional de Salud

### CORRESPONDENCIA

María Teresa Biggemann Auza. Caja de Salud Banca Privada. La Paz, Bolivia. Calle: Zona Amor de Dios Calle Las Gaviotas #12. Correo electrónico: teresabiggemann@gmail.com · Celular: +591 77769967

## APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN MÉDICA

### Simuladores en la Enseñanza Médica

Los simuladores han permitido que la enseñanza de la medicina evolucione de un enfoque pasivo y observacional a uno activo e interactivo, en el que los estudiantes pueden aprender haciendo, cometer errores sin consecuencias graves y, lo más importante, ganar confianza en sus habilidades antes de enfrentarse a pacientes reales. Los simuladores pueden dividirse en varias categorías:

- **Simuladores de Baja Fidelidad:** Incluyen modelos anatómicos básicos que ayudan a los estudiantes a familiarizarse con el cuerpo humano, como los maniqués para aprender a realizar inyecciones o practicar la colocación de vías intravenosas. Ej. Anatomage Table una mesa de disección virtual que permite a los estudiantes explorar la anatomía humana en tres dimensiones
- **Simuladores de Alta Fidelidad:** Son maniqués altamente avanzados, controlados por computadora, que replican funciones fisiológicas humanas, como la respiración, el pulso y la respuesta a medicamentos. Estos simuladores permiten practicar situaciones críticas, como un paro cardiorrespiratorio o una reacción alérgica grave. Ej. SimMan que permite recrear escenarios clínicos complejos y responde fisiológicamente a los procedimientos realizados
- **Simuladores de Realidad Virtual (RV):** Estos simuladores permiten a los estudiantes experimentar una inmersión completa en situaciones clínicas complejas, sin necesidad de un paciente real. Ej. VR Surgery Simulators permiten a los estudiantes realizar cirugías en un entorno virtual
- **Simuladores Basados en Software:** Son programas que permiten a los estudiantes simular procedimientos quirúrgicos o diagnósticos en un entorno virtual. Ej. existen simuladores para realizar una laparoscopia, interpretar una imagen de resonancia magnética o tomar decisiones clínicas en casos específicos. (5)

### La realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina

En los últimos tiempos se están aplicando de manera específica al terreno de la Anatomía, ya que las estructuras anatómicas son complejas

de visualizar en los 3 planos del espacio. Como ponen de manifiesto Yammine y Violato, muchos médicos presentan deficiencias en el conocimiento de la anatomía y quizás por debajo del estándar para la práctica médica segura, de ahí que reclamen la utilización de nuevas prácticas para la enseñanza de la Anatomía, indican, a través de su investigación que la utilización de objetos en realidad aumentada (RA) puede ser una solución potencial al problema de la pedagogía de dicha disciplina.

Es necesario reconocer que los estudios realizados son más bien limitados, y no permiten todavía construir una teoría consolidada respecto a su utilización en la enseñanza de diferentes campos de las ciencias de la salud; aunque como concluyen Barsom y colaboradores, tras la realización del metaanálisis sobre publicaciones de RA en medicina: tales aplicaciones van ganando interés público y científico. (6)

### Chatbots con tecnología de inteligencia artificial en la educación médica

Los chatbots pueden servir como tutores interactivos y herramientas de aprendizaje para los estudiantes. En su estado actual, los chatbots pueden proporcionar un nivel básico de apoyo personalizado, al actuar como un motor de búsqueda interactivo para responder las preguntas que surgen del alumno, ofrecer retroalimentación en tiempo real y guiar a los estudiantes a través de conceptos desafiantes. En el futuro, se podrán entrenar chatbots personalizables para que presenten escenarios clínicos que desafíen a los estudiantes a trabajar con presentaciones de pacientes simuladas, gestión clínica, habilidades de toma de decisiones y respuesta adecuada a las complicaciones.

Al usar chatbots para crear cuestionarios, los estudiantes pueden recibir comentarios interactivos e instantáneos sobre su desempeño, investigar más a fondo las opciones de respuesta incorrectas y comprender mejor sus fortalezas y debilidades en varias áreas temáticas (7).

### Sistemas de Recomendación Personalizados

La literatura existente en el ámbito de la implementación de sistemas de recomendación mediante técnicas de machine learning abarca diversas perspectivas y enfoques. Blas et al. exploraron el uso de inteligencia artificial en sistemas de recomendación médica, con el objetivo de mejorar la precisión y relevancia de las sugerencias en entornos clínicos. Concluyeron que la aplicación de técnicas de machine

learning puede potenciar significativamente la calidad de las recomendaciones médicas. Los resultados indican que la implementación de sistemas de recomendación puede ser clave para facilitar la toma de decisiones educativas (8)

### **Sistema de aprendizaje adaptativo en la educación médica**

Se refieren a los servicios automatizados que se generan para el estudiante en función de sus conocimientos y de su progreso. De esta manera pueden generar o distribuir automáticamente información o pueden sugerir a los estudiantes la forma como deben revisar un tópico o combinar ambos procedimientos. Sus componentes son:

La evaluación adaptativa que, a través del diagnóstico continuo de las fortalezas y debilidades del conocimiento del estudiante, se puede establecer un plan tutorial adaptado personalmente

Las tutorías inteligentes y los sistemas multimedia. Los primeros utilizan el conocimiento acerca de un dominio cognitivo o disciplina, las características del alumno y las estrategias de enseñanza para brindar tutoriales y aprendizaje flexible individualizado. La multimedia, también denominada hipermedia, aplica los diferentes modelos de forma de ser de los usuarios para adaptar los contenidos y los vínculos (links) de sus páginas (9)

### **BENEFICIOS DE LA IA EN LA FORMACIÓN ACADÉMICA DE LOS PROFESIONALES DE LA SALUD**

La integración de la IA en la educación médica ofrece numerosos beneficios potenciales, entre ellos, un mejor diseño y evaluación de los planes de estudio y la capacidad de implementar métodos educativos innovadores en entornos clínicos.

- a) La aplicación de la IA en la educación médica va acompañada de la expansión del uso de la realidad virtual (RV). La RV puede transformar el futuro de la educación médica en diversos campos, como la anatomía y la cirugía, al brindar soluciones innovadoras, eficientes y rentables y conducir a la promoción y aceleración de la educación de los estudiantes.
- b) La IA puede realizar procesos de evaluación formativa y sumativa con menos tiempo y costo y al brindar retroalimentación a los estudiantes, puede proporcionar orientación individualizada y enriquecer la experiencia de aprendizaje.

- c) Los simuladores de entornos clínicos pueden proporcionar un entorno educativo libre de estrés donde los estudiantes de medicina pueden practicar el razonamiento médico y aprender de sus errores.
- d) La integración de la IA en la educación médica permite el aprendizaje a distancia y hace que la educación médica sea más accesible en áreas con recursos limitados y ubicaciones remotas.
- e) La inteligencia artificial puede facilitar muchas estrategias de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en problemas, basado en casos, en grupos pequeños y en grupos grandes.
- f) La IA puede ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aprender de forma continua durante 24 horas, incluso sin la presencia activa de sus profesores o líderes educativos, utilizando métodos como el aprendizaje asincrónico. Este tipo de aprendizaje tiene la ventaja de ser adaptable a los horarios individuales, lo que es particularmente útil para los estudiantes en años clínicos que pueden tener tiempo limitado debido a los turnos y rondas de trabajo.
- g) La IA tiene el potencial de mejorar la evaluación de las habilidades clínicas y de diagnóstico de los estudiantes de medicina a través de una revisión integral del plan de estudios. Las técnicas impulsadas por IA no solo se basan en modelos de regresión logística para evaluar el plan de estudios, sino que también identifican posibles desafíos y sugieren soluciones, lo que las hace más efectivas que los métodos de revisión tradicionales. (10)

### **DESAFÍOS Y LIMITACIONES DE LA IA EN LA EDUCACIÓN MÉDICA**

Si bien la utilización de la IA en la educación médica ofrece numerosas oportunidades y beneficios, también plantea desafíos y riesgos que deben abordarse de manera adecuada. Algunos de estos desafíos y riesgos incluyen:

**Precisión y validez de la información generada:** Es fundamental garantizar la precisión y validez de la información generada, especialmente en el campo de la medicina, donde la exactitud es crucial.

**Responsabilidad y ética:** Existe la necesidad de asegurar que los datos utilizados sean éticos, no estén sesgados y cumplan con las normas de privacidad y confidencialidad de los pacientes.

- a) Limitaciones y sesgos del modelo: Los sistemas de IA pueden verse afectados por limitaciones y sesgos inherentes a los datos utilizados para entrenarlos. Estos sesgos pueden influir en la generación de contenido y perjudicar la equidad y la imparcialidad en la educación médica.
  - b) Privacidad y seguridad de los datos: se debe garantizar la privacidad y seguridad de estos datos, protegiendo la confidencialidad de los pacientes y cumpliendo con las regulaciones y políticas de protección de datos aplicables.
  - c) Adopción y aceptación: Es necesario superar posibles barreras y resistencia al cambio, así como brindar una formación adecuada y una comunicación clara sobre los beneficios y las limitaciones de la IA.
  - d) Para que la IA se utilice en la educación médica, se requieren muchas infraestructuras y soporte tecnológico. Las instituciones educativas y las organizaciones de atención médica deben realizar inversiones en hardware informático de vanguardia, almacenamiento de datos y redes seguras si quieren beneficiarse plenamente de la IA. (11)
4. Recopilación y análisis de datos de centros escolares: La IA puede recopilar y analizar datos educativos para identificar patrones, tendencias y áreas de mejora. Esta información permite una toma de decisiones más informada para mejorar la calidad de gestión en educación.
  5. Crear contenido de aprendizaje personalizado: La IA puede generar contenido educativo adaptado a las necesidades específicas de cada estudiante. Esto va más allá de la personalización superficial, ofreciendo un plan de estudios verdaderamente adaptativo que ayude a impulsar la innovación educativa. (12)

## CONCLUSIÓN

La incorporación de la inteligencia artificial en la educación médica representa un cambio de paradigma que redefine las estrategias de enseñanza-aprendizaje en la formación de profesionales de la salud. Las diversas herramientas basadas en IA, como simuladores clínicos, plataformas de aprendizaje adaptativo, chatbots educativos y sistemas de recomendación personalizados, ofrecen oportunidades innovadoras para mejorar la adquisición de competencias clínicas, optimizar la retroalimentación y ampliar el acceso a la educación médica, incluso en contextos con recursos limitados.

Sin embargo, el aprovechamiento efectivo de estas tecnologías requiere una implementación planificada, ética y contextualizada, por lo que persisten desafíos importantes relacionados con la infraestructura tecnológica, la capacitación docente, la validez del contenido generado por IA, los sesgos algorítmicos y la protección de datos personales. Superar estas barreras implica una colaboración interdisciplinaria entre educadores, profesionales de la salud, ingenieros y responsables institucionales.

En este contexto, las instituciones formadoras en salud deben asumir un rol protagónico como núcleos de innovación, promoviendo currículos flexibles y estrategias pedagógicas centradas en el estudiante y apoyadas en evidencia. La IA no reemplaza la labor docente, pero sí la transforma, ofreciendo herramientas poderosas para una educación médica más eficiente, accesible y adaptada a los retos del siglo XXI. Se hace indispensable seguir investigando su impacto real en los resultados educativos y clínicos, a fin de garantizar su integración responsable y sostenible en la formación médica.

## ESTRATEGIAS EDUCATIVAS QUE PERMITEN LA INCORPORACIÓN DE LA IA EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

A continuación, se presentan cinco formas emocionantes de integrar la IA en las aulas, brindando experiencias educativas más adaptativas y personalizadas.

1. Incluir sistemas de tutoría inteligentes: pueden proporcionar asistencia personalizada a los estudiantes, adaptándose a su ritmo y estilo de aprendizaje. Esto no solo complementa el trabajo del docente, sino que también ofrece un enfoque más individualizado.
2. Aplicar evaluaciones remotas: Con la IA respaldando las evaluaciones remotas, se promueve la flexibilidad en el proceso educativo. Los estudiantes pueden ser evaluados de manera más efectiva, y los resultados se pueden analizar de manera rápida y precisa.
3. Implementar sistemas de aprendizaje online: La IA puede enriquecer la experiencia de aprendizaje en entornos virtuales, adaptándose a las preferencias y capacidades individuales de los estudiantes. Esto hace que el aprendizaje sea más interactivo y personalizado.

## REFERENCIAS

1. González-Flores P, Luna de la Luz V. La transformación de la educación médica en el último siglo: innovaciones curriculares y didácticas (parte 1). *Investig educ médica [Internet]*. 2019;8(30):95–109. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22201/facmed.20075057e.2019.30.18165>
2. Mir MM, Mir GM, Raina NT, Mir SM, Mir SM, Miskeen E, et al. Application of artificial intelligence in medical education: Current scenario and future perspectives. *J Adv Med Educ Prof [Internet]*. 2023;11(3):133–40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.30476/JAMP.2023.98655.1803>
3. Cabanelas Omil, J. Inteligencia artificial ¿Dr. ¿Jekyll o el Sr. Hyde?. *Mercados y negocios*. 2019; 40: 5-22. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5718/571860888002/html/>
4. Valdez-García JE. Inteligencia artificial en la educación médica. *Revista Mexicana de Educación Médica [Internet]*. 2024;11(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24875/rmem.m24000009>
5. Morales MAH. El papel de los simuladores en la enseñanza de medicina [Internet]. *Geek Educativo*. 2024 [citado el 30 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://geekeducativo.com/2024/10/10/el-papel-de-los-simuladores-en-la-ensenanza-de-medicina/>
6. Cabero Almenara Julio, Barroso Osuna Julio, Puentes Puente Ángel, Cruz Pichardo Ivanovvna. Realidad Aumentada para aumentar la formación en la enseñanza de la Medicina. *Educ Med Super [Internet]*. 2018 Dic [citado 2025 Mayo 29]; 32( 4 ): 56-69. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412018000400007&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412018000400007&lng=es).
7. Ghorashi N, Ismail A, Ghosh P, Sidawy A, Javan R. AI-powered chatbots in medical education: Potential applications and implications. *Cureus [Internet]*. 2023;15(8):e43271. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.43271>
8. Salgado Reyes, N., Trujillo Murillo , G. Sistemas de recomendación personalizados: implementación de sistemas de recomendaciones utilizando tecnicas de machine learning para mejorar la experiencia del usuario en plataformas en línea. *Polo del conocimiento*, 2024; 9 (1): 1986-1997. Disponible en DOI: 10.23857/pc.v9i1.6477
9. Suárez J, Dolci GF, Solís MER. Sistema de aprendizaje adaptativo para la educación médica. Hospital General “Dr. Manuel Gea González”. 2006 [citado el 30 de mayo de 2025];7:36–41. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/h-gea/gg-2006/gg061h.pdf>
10. Zarei, Mahdi & Mamaghani, Hamid & Abbasi, Amin & Hosseini, Mohammad-Salar. (2024). Application of artificial intelligence in medical education: A review of benefits, challenges, and solutions. *Medicina Clínica Práctica*. 7. 10.1016/j.mcpsp.2023.100422.
11. Mir MM, Mir GM, Raina NT, Mir SM, Mir SM, Miskeen E, et al. Application of artificial intelligence in medical education: Current scenario and future perspectives. *J Adv Med Educ Prof [Internet]*. 2023;11(3):133–40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.30476/JAMP.2023.98655.1803>
12. Pombo C. ¿Cómo integrar a la inteligencia artificial en la educación de manera responsable? [Internet]. *Enfoque Educación*. 2023 [citado el 31 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/educacion/es/inteligencia-artificial-educacion/>