



EDITORIAL

Inteligencia artificial generativa y educación médica

Generative artificial intelligence and medical education

La inteligencia artificial generativa (IAG) es una rama de la inteligencia artificial que se ocupa de crear contenidos originales a partir de datos o instrucciones¹. La IAG puede aplicarse a diversos ámbitos, como el arte, la música, el diseño o la escritura. Algunas de las herramientas de IAG más comúnmente utilizadas en la actualidad son:

- ChatGPT¹: un chatbot generativo pre-entrenado desarrollado por OpenAI, que funciona como un modelo de lenguaje de gran tamaño que puede generar texto realista y coherente.
- BingGPT²: un modelo de lenguaje generativo similar a ChatGPT, pero desarrollado por Microsoft, que está entrenado en un conjunto de datos de texto y código distinto a ChatGPT, pero igualmente genera texto de alta calidad.
- Bard³: un modelo de lenguaje factual desarrollado por Google AI que está entrenado en un conjunto de datos masivo de texto y código, y es capaz de generar texto, traducir idiomas, escribir diferentes tipos de contenido creativo y responder a sus preguntas de manera informativa.

Estas son sólo algunas de las muchas herramientas de IAG disponibles en la actualidad. Las hay de imagen, vídeo, sonido, etc. La modalidad de acceso a estas aplicaciones varía. Algunas son de código abierto y están disponibles para cualquier persona que quiera usarlas. Otras son sistemas propietarios y solo están disponibles para los usuarios que tienen una licencia.

Este comentario editorial se centra en cómo la IAG puede contribuir a la educación médica en el ámbito académico y también sobre los beneficios y los desafíos que plantea la IAG para la educación médica, así como las implicaciones éticas y legales de su uso.

Las aplicaciones de la IAG a la educación médica son múltiples y muchas de ellas fácilmente accesibles, aunque aún hay pocos casos de uso y tampoco se ha procedido a su implantación generalizada^{4,5}. Hasta el momento, hay

suficiente evidencia de que la IAG es capaz de superar pruebas de examen de conocimientos médicos tanto para el grado como para especialidad^{6,7,8}, lo que abre muchas interrogantes sobre el modelo actual y futuro de formación, entrenamiento y evaluación.

Aún así, desde el punto de vista teórico, las capacidades de las distintas soluciones^{9–11} permiten una serie de aplicaciones que vamos a desarrollar a continuación.

En primero lugar, la IAG hace posible la personalización del aprendizaje, adaptando los contenidos, el ritmo y el estilo a las necesidades y preferencias de cada estudiante. Esto permite que cada persona reciba una experiencia educativa única y adecuada a su nivel de conocimiento, habilidades y estilo de aprendizaje, lo que promueve un mayor compromiso y motivación por parte de los estudiantes, ya que se sienten más involucrados y conectados con el material de estudio.

El anterior aspecto se ve facilitado por la generación de contenidos educativos de alta calidad y actualizados a partir de fuentes diversas y confiables garantiza que los estudiantes tengan acceso a información precisa y relevante. La utilización de IAG, como ChatGPT y GPT4, puede contribuir a la creación de recursos educativos adaptados a las necesidades específicas de los estudiantes y basados en la evidencia científica más reciente. Esto enriquece el proceso de aprendizaje al proporcionar materiales didácticos pertinentes y actualizados.

Como parte de la generación de contenidos educativos, la IAG incrementa muy notablemente la capacidad de producción de simulaciones clínicas, que se utilizan para recrear escenarios realistas y complejos con el objetivo de entrenar las habilidades prácticas y el razonamiento clínico de los estudiantes. Mediante el uso de simuladores y entornos virtuales, los estudiantes pueden practicar y perfeccionar técnicas y procedimientos médicos sin poner en riesgo a los pacientes. Estas experiencias de aprendizaje inmersivas y seguras fomentan el desarrollo de habilidades prácticas, la toma de decisiones fundamentada y la confianza en entornos clínicos reales. De hecho, están

apareciendo nuevas IAGs que son capaces de interpretar la información contenida en los vídeos quirúrgicos¹².

Los profesores pueden no llegar a ser la única opción de consejo y motivación para los estudiantes. La tutoría inteligente aprovecha las capacidades de la IAG para ofrecer orientación y apoyo personalizado a los estudiantes durante su proceso de aprendizaje. Mediante el análisis de datos y el seguimiento del desempeño individual, las herramientas de tutoría inteligente, como Bard y ChatPDF, pueden identificar áreas de dificultad y ofrecer recomendaciones específicas para mejorar del rendimiento académico. Esto permite a los estudiantes recibir asistencia individualizada y fortalecer sus habilidades en áreas específicas.

Finalmente, la evaluación continua es una herramienta poderosa que proporciona retroalimentación inmediata y específica sobre el desempeño y el progreso de cada estudiante. Esta evaluación permite identificar fortalezas y áreas de mejora, lo que facilita la adaptación de la enseñanza para abordar las necesidades individuales de cada estudiante. Además, la retroalimentación constante fomenta el aprendizaje activo y el desarrollo de habilidades de autorreflexión y autorregulación.

Desafíos y riesgos de la IAG en la educación médica

Si bien la utilización de la IAG en la educación médica ofrece numerosas oportunidades y beneficios, también plantea desafíos y riesgos que deben abordarse de manera adecuada^{10,11}. Algunos de estos desafíos y riesgos incluyen:

1. **Precisión y validez de la información generada:** La IAG depende de los datos y algoritmos utilizados para generar contenido educativo. Es fundamental garantizar la precisión y validez de la información generada, especialmente en el campo de la medicina, donde la exactitud es crucial. Se requiere una cuidadosa validación y verificación de la calidad de la información generada por los sistemas de IAG.
2. **Responsabilidad y ética:** La IAG plantea preguntas éticas sobre el origen y el uso de los datos utilizados para entrenar los modelos de generación de contenido. 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. Además, es importante considerar las implicaciones éticas de la automatización en la educación médica, como la posible reducción del contacto humano y la interacción profesor-estudiante.
3. **Adaptación curricular y cambio de roles:** La incorporación de la IAG en la educación médica implica cambios en los enfoques y roles tradicionales. Los educadores deben adaptar sus métodos de enseñanza y aprendizaje para aprovechar al máximo las capacidades de la IAG. Esto requiere una curva de aprendizaje y una inversión en capacitación para los profesores. Además, es importante equilibrar el uso de la IAG con la experiencia y el juicio clínico de los profesionales de la salud, evitando una dependencia excesiva en las tecnologías de IA.
4. **Limitaciones y sesgos del modelo:** Los sistemas de IAG 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. Es necesario abordar y mitigar estos sesgos mediante la diversidad de datos y una supervisión adecuada durante el desarrollo y la implementación de sistemas de IAG.

5. **Privacidad y seguridad de los datos:** La utilización de la IAG en la educación médica implica la recopilación y el análisis de grandes cantidades de datos personales y de salud. Es fundamental 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.
6. **Adopción y aceptación:** La implementación exitosa de la IAG en la educación médica requiere una aceptación generalizada y una adopción por parte de los profesionales de la salud, los educadores y los estudiantes. 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 IAG.

Es importante abordar estos desafíos y riesgos de manera adecuada para garantizar un uso responsable y ético de la IAG en la educación médica. La colaboración entre profesionales de la salud, educadores, desarrolladores de tecnología y reguladores es crucial para establecer marcos y pautas que guíen la implementación y el uso efectivo de la IAG, maximizando los beneficios y minimizando los riesgos asociados. Y en caso de duda, es recomendable seguir el algoritmo propuesto por la UNESCO¹³ que se describe en la [fig. 1](#).

Conclusiones

En este trabajo se ha explorado el concepto de IAG y su aplicación en el ámbito de la educación médica. Se trata de una herramienta disruptiva que puede generar contenidos, evaluaciones, simulaciones y retroalimentaciones personalizadas para los estudiantes y profesionales de la medicina, así como facilitar la investigación y la innovación en este campo.

Sin embargo, también hay que reconocer que la IAG plantea una serie de desafíos éticos, legales, sociales y pedagógicos que deben ser abordados con rigor y precaución. Entre ellos, destacan los riesgos de sesgo, plagio, manipulación, privacidad, seguridad y calidad de los productos generados por la IAG, así como la necesidad de adaptar los currículos, las competencias y las actitudes de los docentes y los aprendices a esta nueva realidad.

Por ello, considero imprescindible seguir investigando y experimentando con la IAG en el contexto de la educación médica, pero siempre desde una perspectiva crítica, reflexiva y responsable. La IAG tiene un gran potencial para transformar la educación médica y mejorar los resultados de aprendizaje y de salud, siempre que se utilice con criterio, transparencia y respeto a los principios éticos y profesionales que rigen esta disciplina.

Por último, hay que llamar a la acción a todos los actores involucrados en la educación médica: docentes, estudiantes, investigadores, gestores, políticos, empresas y sociedad

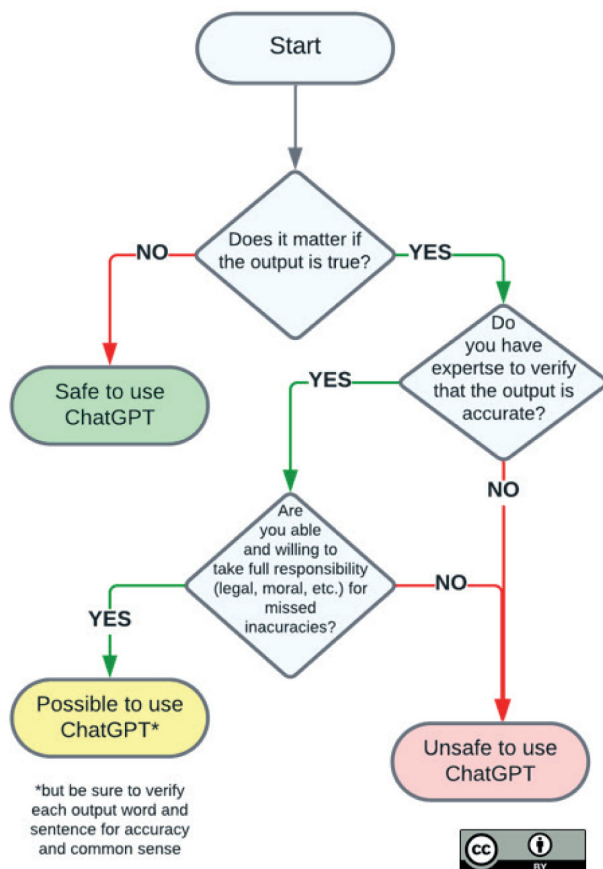


Figura 1 Algoritmo de toma de decisión en el uso de ChatGPT para la educación superior según la UNESCO¹³.

civil. Es imprescindible ganar más conocimiento sobre la IAG y sus posibilidades, participar activamente en su desarrollo e implementación, a evaluar sus impactos y beneficios, a la vez que se promueve su uso ético y responsable en favor de una educación médica de calidad y al servicio de la sociedad.

Agradecimientos

Este artículo ha sido escrito en colaboración con tres modelos de inteligencia artificial generativa: ChatGPT, BingGPT y Bard.

Bibliografía

- Cooper G. Examining science education in ChatGPT: an exploratory study of generative artificial intelligence. *J Sci Educ Technol.* 2023;32:444–52. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>.

- Reinventing search with a new AI-powered Microsoft Bing and Edge, your copilot for the web. <https://blogs.microsoft.com/blog/2023/02/07/reinventing-search-with-a-new-ai-powered-microsoft-bing-and-edge-your-copilot-for-the-web/>.
- Pichai S. An important next step on our AI journey. <https://blog.google/technology/ai/bard-google-ai-search-updates/>.
- Dave T, Athaluri SA, Singh S. ChatGPT in medicine: an overview of its applications, advantages, limitations, future prospects, and ethical considerations. *Front Artif Intell.* 2023;6:1169595. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1169595>.
- Mesko B. The ChatGPT (Generative Artificial Intelligence) revolution has made artificial intelligence approachable for medical professionals. *J Med Internet Res.* 2023;25, e48392. <https://doi.org/10.2196/48392>.
- Gilson A, Safranek CW, Huang T, Socrates V, Chi L, Taylor RA, et al. How does ChatGPT perform on the United States Medical Licensing Examination? The implications of large language models for medical education and knowledge assessment. *JMIR Med Educ.* 2023 Feb 08;9, e45312.
- Fuentes-Martín A, Cilleruelo-Ramos A, Segura-Mendez A, Mayol J. Can an artificial intelligence model pass an examination for medical specialists? *Arch Bronconeumol.* 2023 Apr. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2023.03.017>.
- Carrasco JP, García E, Sánchez DA, Porter E, De La Puente L, Navarro J, et al. ¿Es capaz "ChatGPT" de aprobar el examen MIR de 2022? Implicaciones de la inteligencia artificial en la educación médica en España. *Rev Esp Edu Med.* 2023;1:55–69. <https://doi.org/10.6018/edumed.556511revistas.um.es/edumed>.
- Eysenbach G. The Role of ChatGPT. Generative language models, and artificial intelligence in medical education: a conversation with ChatGPT and a call for papers. *JMIR Med Educ.* 2023;9, e46885. <https://doi.org/10.2196/46885>.
- Chan KS, Zary N. Applications and challenges of implementing artificial intelligence in medical education: integrative review. *JMIR Med Educ.* 2019 Jun 15;5(1), e13930. <https://doi.org/10.2196/13930> PMID: 31199295; PMCID: PMC6598417.
- Zhang W, Cai M, Lee HJ, et al. AI in medical education: global situation, effects and challenges. *Educ Inf Technol.* 2023. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12009-8>.
- Kiyasseh D, Ma R, Haque TF, et al. A vision transformer for decoding surgeon activity from surgical videos. *Nat Biomed Eng.* 2023;7:780–96. <https://doi.org/10.1038/s41551-023-01010-8>.
- Sabzalleva E, Valentini A. ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior : guía de inicio rápido. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa.

Julio Mayol

Departamento de Cirugía, Universidad Complutense de Madrid, España
Instituto de Investigación Sanitaria San Carlos, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España
Autor para correspondencia.*