

Artículo de revisión

Implementación de la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo en las consultas médicas

Implementing artificial intelligence and deep learning in medical consultations

Implementação de inteligência artificial e aprendizagem profunda em práticas médicas

Jorge Luis Saavedra Rubio

Universidad Carlos III de Madrid, Madrid, España / jlsaavedra89r@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0001-5937-1840>

Kenia C. Sánchez Espinosa

Universidad de Vigo, Ourense, España / ksanchez8909@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-3657-9440>

Recibido el 8/11/2022, aprobado el 22/12/2022, publicado el 24/1/2023

Resumen

La inteligencia artificial y el aprendizaje profundo constituyen herramientas informáticas útiles para el sector de la salud. El objetivo de esta revisión fue demostrar las experiencias que se tienen a nivel mundial con su implementación en las consultas médicas. La búsqueda documental se realizó en PubMed, y se analizaron las publicaciones realizadas en los últimos cinco años. Estos algoritmos permitieron preparar historiales clínicos, indicar tratamientos, evaluar la calidad de

teleconsultas y utilizar asistentes virtuales; lo cual contribuyó a ampliar el acceso a la atención médica y reducir la exposición a enfermedades en los centros de salud. Se concluye que, la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo constituyen una vía viable de consulta, sobre todo ante desastres naturales y en zonas de difícil acceso; por lo que debe crearse la infraestructura informática necesaria para su aplicación en el sector sanitario.

Palabras claves: aprendizaje neuronal, telemedicina, gestión de servicios de salud.

Abstract

Artificial intelligence and deep learning are valuable computer tools for the healthcare sector. The objective of this review was to demonstrate worldwide experiences with their implementation in medical consultations. A PubMed literature search was conducted, analyzing publications from the last five years. These algorithms allowed for the preparation of medical records, treatment recommendations, assessment of teleconsultation quality, and the use of virtual assistants; thereby, expanding access to healthcare and reducing exposure to diseases in healthcare centers. It is concluded that artificial intelligence and deep learning represent a viable resource for consultation, especially in the face of natural disasters and in hard-to-reach areas. Therefore, the necessary IT infrastructure must be created for their healthcare application.

Keywords: neural learning, telemedicine, health services management

Resumo

A inteligência artificial e o aprendizado profundo são ferramentas de computação úteis para o setor de saúde. O objetivo desta revisão foi demonstrar as experiências mundiais com sua implementação em consultas médicas. A busca documental foi realizada no PubMed, e foram analisadas as publicações realizadas nos últimos cinco anos. Esses algoritmos permitiram elaborar histórias clínicas, indicar tratamentos, avaliar a qualidade das teleconsultas e utilizar assistentes virtuais; o que contribuiu para ampliar o acesso à assistência médica e reduzir a exposição a doenças nos centros de saúde. Conclui-se que a inteligência artificial e o aprendizado profundo constituem uma

forma viável de consulta, principalmente diante de desastres naturais e em áreas de difícil acesso; Portanto, a infraestrutura de TI necessária deve ser criada para sua aplicação no setor de saúde.

Palavras-chave: aprendizagem neural, telemedicina, gestão de serviços de saúde.

Introducción

El término inteligencia artificial (IA) fue introducido por primera vez en la década de 1950, y se refiere a la capacidad de los sistemas informáticos para pensar y actuar como los humanos en situaciones comparables, y predecir los resultados de estas reacciones (El-Sherif *et al.*, 2022). Desde la década del 70 existen evidencias de su uso en la medicina. Las primeras experiencias estuvieron enfocadas en el diagnóstico médico, la interpretación de datos de estudios químicos y el desarrollo de modelos informáticos de los procesos de comportamiento humano (Jiménez, 2021).

Luego, en los años 80, surge el aprendizaje profundo (*deep learning*), los cuales son tipos prometedores de aprendizaje neuronal, que evolucionaron a partir de redes neuronales artificiales, y que constituyen un caso particular del aprendizaje automático (*machine learning*), el que a su vez es una aplicación de la IA (Faris *et al.*, 2022). Esta técnica ha tenido gran impacto en el análisis avanzado de imágenes, el descubrimiento de fármacos, la predicción de enfermedades y la aceleración de conocimientos a partir de la secuenciación genómica (Kaul *et al.*, 2020).

En la actualidad, la IA y el aprendizaje profundo se han visto impulsados en el sector de la salud, por la generación y recogida de cantidades masivas de datos, que no pueden ser manipuladas, analizadas y procesadas con mecanismos tradicionales (Habib *et al.*, 2021). Ambas tecnologías contribuyen al desarrollo de las diversas modalidades de salud virtual, que están creciendo en el proceso de atención médica. Al respecto, se estima un aumento del 15 % por año, y se proyecta que el mercado alcance hasta \$ 135 mil millones para 2025 (Rutledge *et al.*, 2020).

Dentro de estas modalidades, se encuentran los servicios de consultas médicas asistidas o automatizadas por algoritmos de IA y aprendizaje profundo, que utilizan las tecnologías de la información y la comunicación para transferir información médica en función de la prestación de servicios clínicos y educativos. Estas contribuyen a superar los desafíos de la prestación de

servicios de salud ante el tiempo, la distancia y el acceso a áreas geográficas complejas (Kuziemyk *et al.*, 2019).

En este trabajo de revisión se demuestran algunas experiencias internacionales sobre este tema. La revisión documental se realizó a través de PubMed y se usaron las palabras claves *artificial intelligence*, *deep learning* y *medical consultations*. Para su lectura fueron seleccionados publicaciones de los últimos cinco años, que estaban escritas en idioma español o inglés y disponible en texto completo, que correspondían exactamente con la aplicación de estas tecnologías en consultas médicas. Además, fueron incluidas otras experiencias que se consideraron importantes y que se encontraron disponibles en Google Académico.

Desarrollo

En 1975, Harry Popple y Jack Myers, ambos de la Universidad de Pittsburgh, incluyeron por primera vez la IA en un sistema informatizado de consulta médica general; al que denominaron DIALOG. Este incorporaba un sistema de formación de hipótesis mediante el uso de una base de conocimientos médicos, con un comportamiento de diagnóstico y una competencia comparables a la del médico experto (Jiménez *et al.*, 2021).

Durante la década del 70 al 80 se desarrollaron otros programas como MYCIN, EMYCIN e INTERNIST-1, que recomendaban opciones de tratamiento con antibióticos a los médicos, ajustadas adecuadamente para el peso corporal del paciente (Kaul *et al.*, 2020). Posteriormente, un sistema de apoyo a la decisión, conocido como DXplain, fue desarrollado por la Universidad de Massachusetts en 1986, el cual proporcionaba una lista de diagnósticos probables basados en los síntomas (Amisha *et al.*, 2019).

Con el transcurso del tiempo los algoritmos se han ido perfeccionando. Actualmente, mediante el uso de IA, en las consultas médicas se preparan de manera automatizada los riesgos y acciones más importantes por el historial clínico de un paciente; y se puede convertir el diálogo grabado de la consulta en una carta de resumen para que el médico la apruebe o modifique (Buch *et al.*, 2018).

Asimismo, funcionan como recordatorio para que el médico dé explicaciones que pueden ser menos obvias, y que pueden merecer consideración o exclusión, lo cual aumenta su desempeño (Rutledge *et al.*, 2020). Esto contribuye a disminuir los errores médicos que se deban a problemas en la relación médico - paciente, por un mal examen clínico o por la falta de evaluación de los datos y los resultados de las pruebas complementarias (Lobo, 2018).

Al presente, unido a la Universidad de Stanford, Google desarrolla un proyecto denominado *Medical Digital Assist*, que tiene como objetivo aprovechar el poder de la IA para tomar notas en los exámenes médicos. El proyecto estará destinado a poder seleccionar y documentar las partes cruciales de la conversación. El punto principal de esta tecnología¹ es hacer que los registros de los pacientes sean más accesibles, ahorrar tiempo y mejorar la precisión.

Por su parte, IBM también cuenta con un proyecto similar, denominado Watson², que a la par que registra los datos de los pacientes, los compara con una amplia base de datos, que incluye pautas de tratamiento y un amplio registro de diagnósticos similares. Del mismo modo, Savana.com³ ha desarrollado una metodología científica, que aplica IA para desbloquear todo el valor clínico del texto libre de las historias clínicas electrónicas, poniéndolo en manos de los profesionales sanitarios para mejorar el conocimiento médico en todo el mundo.

Las consultas médicas que se realizan a través de video, audio o chat sincrónicos por dispositivos móviles o mediante un navegador Web, permiten realizar la evaluación médica, el diagnóstico y las recomendaciones de tratamiento para una amplia variedad de afecciones, que no ponen en peligro la vida (Rutledge *et al.*, 2020). Uno de los problemas que enfrenta esta modalidad es la evaluación de la calidad de la conversación, que a menudo se maneja en base a un auditorio humano, y que, con el aumento diario de las consultas, se convierte en un método poco práctico e ineficiente (Chuo *et al.*, 2020).

¹ Google Brain: Medical Digital Assist. Disponible en www.huskyintelligence.com

² Watson IBM. Disponible en www.ibm.com/watson

³ IA en el diagnóstico médico: una guía compacta. Disponible en www.savanamed.com

Por ello, a través del aprendizaje profundo, Habib *et al.* (2021) automatizaron el proceso de evaluación de la calidad de las conversaciones basadas en las voces de los pacientes y los médicos, en la plataforma de salud digital Altibbi⁴, que brinda servicios de telemedicina y telesalud en el Medio Oriente y África del Norte. Los modelos que propusieron (un modelo basado en señales, un modelo basado en transcripciones y uno híbrido) lograron resultados alentadores, y mejoraron la precisión del enfoque tradicional seguido por el equipo de operaciones de Altibbi.

Otro de los inconvenientes de estas conversaciones médicas en línea, es el fallo del enlace de telecomunicaciones o la no disponibilidad del médico de atención remota. Estos podrían ser aliviados potencialmente por la IA mediante varios mecanismos, para que ocurran interacciones humanas o virtuales y, por lo tanto, abordar las dificultades en el tiempo y la disponibilidad de los médicos.

La solución a estas problemáticas incide positivamente en el empleo de las consultas médicas en líneas con mayor regularidad. Al mismo tiempo, constituyen una alternativa para reducir el ausentismo de los pacientes a las consultas externas; que alcanza una prevalencia global de alrededor del 25 % y, por consiguiente, generan pérdidas económicas y el aumento del tiempo de espera de los pacientes. De hecho, Salazar *et al.* (2020) informaron que la ausencia injustificada de las citas médicas programadas provocó un impacto de, al menos, 3.8 millones de euros en 2016 para 20 unidades bajo la responsabilidad del gobierno estatal de Brasil.

No obstante, el uso de estos servicios de telesalud, según el Foro Nacional de Calidad de Washington D. C., debe ser evaluado teniendo en cuenta el acceso a la atención, la relación costo/impacto, la experiencia del equipo médico y de la comunidad, y la eficacia clínica, operativa y técnica (Elhence *et al.*, 2022). Por su parte, Kuziemsy *et al.* (2019) plantean que, las consideraciones sociales y éticas claves para permitir la telesalud habilitada por IA o sus modalidades son garantizar la equidad de acceso a los servicios, realizar un monitoreo de la brecha tecnológica, entender que la IA es solo un medio, y que las personas deben ser lo primero.

⁴ Disponible en www.altibbi.com

Por otra parte, existen aplicaciones de salud que emplean asistentes virtuales para proporcionar una suplementación viable, o una alternativa a los modelos tradicionales de prestación de atención médica. En 2014 surge la aplicación Babylon Health⁵, la cual ofrece consultas médicas de IA basadas en el historial médico personal y el conocimiento médico común. Esta incluye un *chatbot* de verificación de síntomas basados también en IA, que permite a los usuarios obtener información médica relevante en cualquier momento, después de responder algunas preguntas. De esta forma, el sistema de IA evalúa el estado de salud dependiendo de las respuestas y síntomas registrados.

Otro ejemplo de la integración de la IA en este modelo de atención médica virtual es la plataforma Health Tap⁶, que brinda a los usuarios acceso inmediato a la atención primaria. La plataforma permite la experiencia de atención médica integral y captura los datos necesarios para permitir la mejora continua de su rendimiento. La biblioteca de contenido contiene 1.7 millones de preguntas, con 2.5 millones de respuestas y 2.7 millones de revisiones por pares de médicos de esas respuestas.

Si la respuesta de la biblioteca no es adecuada, el usuario puede enviar nuevamente su pregunta y uno de los médicos de la red le dará una respuesta, generalmente, en minutos o en pocas horas. Cuando un usuario quiere ser evaluado por un médico, tiene la opción de consultar primero con la herramienta de evaluación de síntomas, que realiza una entrevista médica a través de un *chatbot*, y recibe un informe ordenado por rango de posibles condiciones. Este documento sirve para informar al usuario de las posibles explicaciones de sus síntomas, sus condiciones y la urgencia de ser evaluado para cada una (Rutledge *et al.*, 2020).

En el 2019, en la prefectura de Saitama, Japón, se implementó un servicio de consulta de emergencia que también utiliza IA. Su funcionamiento consiste en ingresar textos u oraciones en la pantalla al estilo *chat* de un teléfono inteligente o computadora personal. La IA reconoce la implicación textual, identifica de manera integral las fisuras en la notación y el contexto, y mostrará algunos síntomas posibles. Después de seleccionar un síntoma, el sistema publicará cinco niveles de urgencia al responder preguntas en un diagrama de flujo (Amagasa *et al.*, 2022).

⁵ Disponible en www.babylonhealth.com

⁶ Disponible en www.healthtap.com

Estos *chatbot* tienen el reto de incorporar, a futuro, aspectos del comportamiento afectivo, utilizar mecanismos de conciencia contextual multimodal para permitir un auténtico diálogo conversacional, y mejorar gradualmente su rendimiento, pues está limitado por la suposición de independencia condicional de las características identificadas (Kuziemsky *et al.*, 2019). Ante este inconveniente, las próximas versiones del modelo de predicción clínica se basarán en el aprendizaje profundo, basado en datos que se entrenan con datos clínicos observados. Cada nuevo caso ingresado en la plataforma de salud digital, se agrega al conjunto de datos de entrenamiento.

Los métodos de aprendizaje profundo tienen la capacidad de extraer relaciones implícitas y ocultas, y generar automáticamente representaciones densas de características. Esta habilidad ya ha sido utilizada para la clasificación automatizada de preguntas en la plataforma de salud digital Altibbi. Faris *et al.* (2022) fueron los desarrolladores de este algoritmo, que etiqueta y mapea de forma automatizada las preguntas en 15 categorías de especialidades médicas, con una alta tasa de precisión.

La pandemia de la COVID-19 puso en evidencia las grandes debilidades de los sectores de salud en muchos países, incluidos los de América Latina y El Caribe (De Cecco y Van Assen, 2022). El uso de los métodos de IA y del aprendizaje profundo en las diferentes modalidades de consultas médicas durante esta etapa, tuvieron un gran impacto para el sistema de salud, y enfatizaron la importancia de tenerlos implementados; debido a que permitió ampliar el acceso a la atención médica, reducir la exposición a enfermedades para el personal y los pacientes, preservar los escasos suministros de equipos de protección personal y reducir la demanda de los pacientes en las instalaciones (El-Sherif *et al.*, 2022).

Es una puerta de entrada para ilustrar cómo se brindará la atención médica en el futuro, y ha permitido la transición a paradigmas de atención centrados en el consumidor. Del mismo modo, tiene un papel especial durante emergencias como terremotos e inundaciones, así como en zonas rurales de difícil acceso, al guiar a las personas para acceder a la atención que necesitan con la urgencia apropiada (Buch *et al.*, 2018).

Además, la mayor esperanza de vida y la creciente incidencia asociada a enfermedades crónicas han aumentado la demanda y la complejidad de la atención, lo que requiere interacciones más largas entre los pacientes y el personal sanitario, que pueden acortarse con el uso de estas tecnologías (Kuziemsky *et al.*, 2019).

Consideraciones finales

Las herramientas de IA y aprendizaje profundo han cambiado la forma en que se producen las interacciones entre el médico y el paciente; disminuyen los errores clínicos, los costos en la atención; favorecen el aumento en la productividad; mejoran el ambiente de trabajo y proporcionan apoyo para la autogestión de la atención médica.

Sin embargo, el enfoque de estas herramientas debe perseguir el empoderamiento de los pacientes y la ayuda a los médicos, en lugar de reemplazarlos. Ello supone realizar cambios en la formación de los médicos y orientarla al uso intensivo de estas tecnologías. Las futuras aplicaciones del IA y el aprendizaje profundo en las consultas médicas tienen que incorporar prácticas, que garanticen la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información del sistema, así como la equidad en el acceso.

Referencias bibliográficas

- Amisha, Malik, P., Pathania, M., & Rathaur V. K. Overview of artificial intelligence in medicine. *Journal Family Med Prim Care*, 8(7), 2328-2331. http://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_440_19
- Buch, V. H., Ahmed, I., & Maruthappu, M. (2018). Artificial intelligence in medicine: current trends and future possibilities. *British Journal of General Practice*, 68(668), 143-144. <https://doi.org/10.3399/bjgp18X695213>
- Chuo, J., Macy, M. L., & Lorch, S. A. (2020). Strategies for evaluating telehealth. *Pediatrics*, 146(5), e20201781. <https://doi.org/10.1542/peds.2020-1781>

- De Cecco, C., & Van Assen, M. (2022). *Inteligencia artificial y telemedicina en el sector de la salud-Oportunidades y desafíos* (Serie 04). Sciotecca; Banco de Desarrollo de América Latina. <https://bit.ly/41Hxx4N>
- Elhence, A., Kohli, V., Chamola, V., & Sikdar, B. (2022). Enabling Cost-Effective and Secure Minor Medical Teleconsultation Using Artificial Intelligence and Blockchain. *IEEE Internet of Things Magazine*, 5(1), 80-84. <https://doi.org/10.1109/IOTM.001.2100142>
- El-Sherif, D. M., Abouzid, M., Elzarif, M. T., Ahmed, A. A., Albakri, A., & Alshehri, M. M. (2022). Telehealth and Artificial Intelligence insights into healthcare during the COVID-19 pandemic. *Healthcare*, 10(2), e385. <https://doi.org/10.3390/healthcare10020385>
- Faris, H., Habib, M., Faris, M., Alomari, A., Castillo, P. A., & Alomari, M. (2022). Classification of Arabic healthcare questions based on word embeddings learned from massive consultations: a deep learning approach. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13(4), 1811-1827. <https://doi.org/10.1007/s12652-021-02948-w>
- Habib, M., Faris, M., Qaddoura, R., Alomari, M., Alomari, A., & Faris, H. (2021). Toward an automatic quality assessment of voice-based telemedicine consultations: a deep learning approach. *Sensors*, 21(9), e3279. <https://doi.org/10.3390/s21093279>
- Jiménez, L. G. (2021). Inteligencia artificial como potencia de herramienta en salud. *Infodir*, (36), e1120. <https://bit.ly/3MB834K>
- Kaul, V., Enslin, S., & Gross, S. A. (2020). History of artificial intelligence in medicine. *Gastrointestinal endoscopy*, 92(4), 807-812. <https://doi.org/10.1016/j.gie.2020.06.040>
- Kuziemy, C., Maeder, A. J., John, O., Gogia, S. B., Basu, A., Meher, S., & Ito, M. (2019). Role of artificial intelligence within the telehealth domain. *Yearbook of medical informatics*, 28(01), 035-040. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1677897>

Lobo, L. C. (2018). Artificial Intelligence, the Future of Medicine and Medical Education. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 42, 3-8. <https://doi.org/10.1590/1981-52712015v42n3RB20180115EDITORIAL1>

Rutledge, G. W., & Wood, J. C. (2020). Virtual health and artificial intelligence: using technology to improve healthcare delivery. In *Human-Machine Shared Contexts* (pp. 169-175). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820543-3.00008-0>

Salazar, L. H., Fernandes, A., Dazzi, R., Garcia, N., & Leithardt, V. R. (2020). Using different models of machine learning to predict attendance at medical appointments. *Journal of Information Systems Engineering and Management*, 5(4), em0122. <https://doi.org/10.29333/jisem/8430>

Contribución de los autores



Conceptualización: K.C.S.E. y J.L.S.R.; Metodología: K.C.S.E.; Análisis formal: K.C.S.E. y J.L.S.R.; Investigación: K.C.S.E. y J.L.S.R.; Curación de datos: J.L.S.R.; Redacción (borrador original): J.L.S.R.; Redacción (revisión y edición): K.C.S.E. y J.L.S.R.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Cómo citar este artículo

Saavedra Rubio, J. L., & Sánchez Espinosa, K. C. (2023). Implementación de la inteligencia artificial y el aprendizaje profundo en las consultas médicas. *Revista Salud y Desarrollo*, 7(1), e269. <https://doi.org/10.55717/MGGC1079>

Licencia de uso



Los derechos patrimoniales de esta obra pertenecen a sus autores. Su uso se rige por una licencia *Creative Commons* BY-NC-ND 4.0 Internacional, la cual permite descargar, compartir, distribuir, traducir y citar este artículo, siempre que no se haga para un uso comercial y se reconozcan tanto la autoría como la fuente primaria de su publicación.

Principio de originalidad



El artículo que se presenta es inédito, avalado por el reporte de originalidad obtenido mediante el software profesional *iThenticate* de Turnitin, que evidencia un índice de similitud inferior al 15%.

Edición científica



Edición y maquetación: Dr.C. Amado Batista Mainegra. Licenciado en Microbiología, Master en Ciencias de la Educación Superior, Doctor en Ciencias de la Educación. Coordinador de la Unidad de Publicaciones del Instituto Especializado de Profesionales de la Salud, El Salvador.  <https://orcid.org/0000-0002-0130-2874>



Corrección ortotipográfica y de estilo: MSc. Caridad Dailyn López Cruz. Licenciada en Letras (Filología Hispánica), MSc. en Dirección (Mención: Gestión). Asesora de la Dirección de Extensión Universitaria del Ministerio de Educación Superior de Cuba.  <https://orcid.org/0000-0001-8810-1129>



Traducción al inglés: Lic. Claudia Ramírez. Traductora e Intérprete, Miembro registrada No. 2142 de la International Association of Professional Translators and Interpreters. <https://www.iapti.org/member/claudia-ramirez/>



Traducción al portugués: Dr. Fidel Armando Cañas Chávez. Licenciado en Comunicación Social, Mtro. en Lingüística Aplicada, Doctor en Lingüística. Profesor del Departamento de Lenguas Extranjeras y Traducción de la Universidad de Brasilia, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/1406833402007752>

