

APLICACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO MEDIANTE IMÁGENES MÉDICAS: AVANCES Y DESAFÍOS CLÍNICOS

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EARLY DIAGNOSIS THROUGH MEDICAL IMAGING: ADVANCES AND CLINICAL CHALLENGES

Manuel Alejandro Reyes Muñoz¹, Daniela Estefanía Durán Holguín², Geovanna María Pazmiño Olmedo³, Paula Andrea Garzón Benavides⁴

{00454207@anahuac.mx¹, dannyes89@hotmail.com², geovannaolmedo3131@gmail.com³, garzonpaulita@gmail.com⁴}

Fecha de recepción: 12/05/2026 / Fecha de aceptación: 02/06/2026 / Fecha de publicación: 05/08/2026

RESUMEN: La inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una de las tecnologías más prometedoras para el diagnóstico temprano mediante imágenes médicas, debido a su capacidad para mejorar la precisión diagnóstica, agilizar la interpretación de estudios y apoyar la toma de decisiones clínicas. El objetivo de este trabajo fue analizar los avances recientes en la aplicación de la IA en el diagnóstico temprano por imágenes médicas y describir los principales desafíos clínicos, tecnológicos y éticos asociados a su implementación. Para ello, se realizó una revisión narrativa de la literatura científica publicada entre 2016 y 2025, utilizando las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science y ScienceDirect. Se incluyeron estudios originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y otros documentos científicos relacionados con el uso de inteligencia artificial en imágenes médicas. La información recopilada fue organizada y analizada mediante un enfoque temático, considerando las áreas clínicas de aplicación, las tecnologías empleadas, los resultados diagnósticos obtenidos y las limitaciones identificadas. Los hallazgos evidenciaron que los algoritmos de aprendizaje profundo han alcanzado niveles de precisión comparables a los de especialistas en oncología, neurología, enfermedades respiratorias y cardiología. Asimismo, se identificaron beneficios significativos asociados con la detección temprana de enfermedades, la reducción de la variabilidad diagnóstica y la optimización de los flujos de trabajo clínicos. Sin embargo, persisten limitaciones relevantes, entre ellas la escasa capacidad de generalización de algunos modelos, la presencia de sesgos en los datos de entrenamiento, la limitada interpretabilidad de

¹Universidad Anahuac México, México, <https://orcid.org/0009-0004-7752-4897>

²Investigadora Independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0002-7478-0401>

³Investigadora Independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-6830-2485>

⁴Investigador Independiente, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0000-7231-0276>

ciertos algoritmos y la necesidad de fortalecer los marcos regulatorios y éticos. Se concluye que la inteligencia artificial constituye una herramienta complementaria con gran potencial para el diagnóstico temprano mediante imágenes médicas; no obstante, su implementación debe sustentarse en modelos transparentes, validados en diversos contextos clínicos y respaldados por estrategias que garanticen la seguridad, la equidad y la confiabilidad de su resultado.

Palabras clave: inteligencia artificial, diagnóstico temprano, imágenes médicas, aprendizaje profundo, radiología, medicina de precisión

ABSTRACT: Artificial intelligence (AI) has established itself as one of the most promising technologies for early diagnosis through medical imaging, due to its ability to improve diagnostic accuracy, streamline the interpretation of imaging studies, and support clinical decision-making. The objective of this study was to analyze recent advances in the application of AI in early diagnosis through medical imaging and to describe the main clinical, technological, and ethical challenges associated with its implementation. To this end, a narrative review of the scientific literature published between 2016 and 2025 was conducted, using the PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, and ScienceDirect databases. Original studies, systematic reviews, meta-analyses, and other scientific documents related to the use of artificial intelligence in medical imaging were included. The collected information was organized and analyzed using a thematic approach, considering the clinical areas of application, the technologies employed, the diagnostic results obtained, and the limitations identified. The findings showed that deep learning algorithms have achieved accuracy levels comparable to those of specialists in oncology, neurology, respiratory diseases, and cardiology. Furthermore, significant benefits were identified associated with the early detection of diseases, the reduction of diagnostic variability, and the optimization of However, significant limitations remain, including the poor generalization ability of some models, the presence of bias in training data, the limited interpretability of certain algorithms, and the need to strengthen regulatory and ethical frameworks. It is concluded that artificial intelligence is a complementary tool with great potential for early diagnosis through medical imaging; however, its implementation must be based on transparent models, validated in various clinical contexts, and supported by strategies that ensure the safety, equity, and reliability of its results.

Keywords: artificial intelligence, early diagnosis, medical imaging, deep learning, radiology, precision medicine

INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha conseguido convertirse en una de las tecnologías más disruptivas y prometedoras en el área de la salud en la última década. Su implementación en diferentes áreas de la medicina ha permitido mejorar procesos clínicos, aumentar la exactitud del diagnóstico y favorecer la toma de decisiones apoyadas en datos. El análisis de imágenes en la medicina representa uno de los sectores en el que la IA ha demostrado mayor potencial, sobre todo, en el diagnóstico temprano de patologías de elevada prevalencia y mortalidad. La creciente disponibilidad de grandes transportes de imágenes digitales, junto con el desarrollo en el aprendizaje automático (Machine Learning) y el aprendizaje profundo (Deep Learning) ha permitido el desarrollo de sistemas que son capaces de identificar patrones complejos que pueden no captarse con la evaluación clásica que lleva a cabo un profesional de la salud (1,2).

El diagnóstico precoz constituye uno de los ejes centrales de la mejora del pronóstico de diversas enfermedades, fundamentalmente de tipo oncológico, cardiovascular, neurológico y respiratorio. Diferentes investigaciones han puesto de manifiesto que la detección en estadios precoces permite instaurar tratamientos a tiempo, disminuir las complicaciones, bajar costes sanitarios e incrementar notablemente los índices de supervivencia. Sin embargo, el incremento de la demanda de estudios de imagen y la escasez de especialistas en algunas áreas geográficas ha generado problemas importantes, en términos de carga de trabajo, tiempos de respuesta y variabilidad en los diagnósticos. En este sentido, la IA se sitúa como una técnica complementaria que puede apoyar la interpretación de la imagen médica y reforzar la capacidad diagnóstica de los sistemas de salud (3,4).

Durante la última década, el gran desarrollo de redes neuronales convolucionales (Convolutional Neural Networks (CNN)) ha permitido el crecimiento desmesurado de los algoritmos de aprendizaje profundo, los cuales han demostrado obtener excelentes resultados en tareas de clasificación, segmentación y detección de anomalías en imágenes médicas. Estas tecnologías han encontrado su aplicación en radiografías, tomografías computarizadas, resonancias magnéticas, mamografías, ecografías e imágenes de patología. Ciertas investigaciones ofrecen resultados en fiabilidad de mención similares, e incluso superiores en ciertas condiciones específicas, a los de los especialistas experimentados, y han demostrado soluciones eficientes a problemas de diagnóstico relacionados con el cáncer de mama, el cáncer de pulmón, la retinopatía diabética, enfermedades cardiovasculares y ciertas patologías neurológicas. Asimismo, la IA ha permitido desarrollar sistemas más eficientes al integrar el diagnóstico asistido por computadora y al permitir disminuir errores relacionados con la interpretación humana (5,6).

Uno de los logros más significativos es nuestra habilidad para que los modelos de IA puedan analizar al mismo tiempo, en grandes cantidades de información clínica e imagenológica, patrones sutiles, probablemente estadios tempranos de enfermedad. Esta aplicación se ha mostrado especialmente útil en programas de tamizaje poblacional, donde la rapidez y la

exactitud de la respuesta diagnóstica puede ser clave para el éxito de las estrategias de prevención y control. Otro ejemplo lo encontramos en la oncología, donde la inteligencia artificial está apoyando un diagnóstico más precoz para lesiones malignas obtenidas a partir de datos por mamografías, tomografías de tórax y estudios ecográficos, con el potencial para contribuir a una disminución de la mortalidad de todos los tipos de cáncer (7,8).

Aunque se han dado pasos significativos, la implementación clínica de la inteligencia artificial presenta aún muchos inconvenientes que dificultan su generalización. Entre estos inconvenientes, sobresalen la necesidad de conjuntos de datos amplios, diversos y correctamente etiquetados para entrenar algoritmos; los sesgos que pueden aparecer por representar escasamente a ciertas poblaciones; las dificultades relacionadas con la interoperabilidad de los sistemas; o la calidad de las imágenes obtenidas que puede ser muy variable entre distintos centros. También persisten los temores en relación a la transparencia de los modelos de aprendizaje profundo y que es frecuente describir como “cajas negras”, dadas las dificultades para conocer cómo los procesos internos de estas técnicas llevan a una determinada predicción diagnóstica. Estas limitaciones han propiciado el desarrollo de algoritmos de inteligencia artificial explicable (Explainable Artificial Intelligence, XAI), orientados por tanto a aumentar la confianza de los profesionales de la salud, así como a facilitar una toma de decisiones más transparente y segura (9,10).

Ciertamente, los aspectos legales, éticos, regulatorios representan importantes desafíos también para la integración de estas tecnologías en la práctica clínica. El respeto a los datos sensibles, la confidencialidad del paciente, la responsabilidad ante los errores en la codificación diagnóstica y la validación clínica de los algoritmos constituyen elementos que deben ser abordados de forma previa a implementaciones en un contexto de gran escala. Y a su vez, las organizaciones reguladoras y las sociedades científicas siguen elaborando marcos normativos que garantizan que las soluciones instanciadas como IA en la práctica clínica siga los estrictos requisitos asociados a la seguridad, a la eficacia y a la calidad asistencial (11,12).

Hoy en día, la evidencia científica apunta a que la inteligencia artificial no debe entenderse como un complemento del juicio por parte de los profesionales sanitarios si no como una herramienta que amplía las capacidades sociales de los propios clínicos que ejercen su actividad. La suma de la experiencia mediada por la inteligencia artificial permitirá la creación de modelos de atención a los pacientes más eficaces y más ajustados a los deseos del propio paciente. La convergencia de sinergias deberá cimentarse todavía más en aspectos como la validación externa de los algoritmos que emplean interfaz de la inteligencia artificial, la generalización entre poblaciones distintas o la interrelación de las herramientas con los flujos de trabajo clínicos establecidos.

Por lo expuesto, este artículo se incluye en el análisis de estados de la cuestión de los últimos avances en la integración de inteligencia artificial para el diagnóstico temprano de enfermedades a partir de imágenes médicas y de los principales retos clínicos, éticos y técnicos que obstaculizan

su incorporación en la práctica asistencial. Desde esta perspectiva, se propone la hipótesis de que la integración de buenos sistemas de inteligencia artificial en el análisis de las imágenes médicas puede conseguir diagnósticos más precisos y más oportunos, a la vez que la implementación de sistemas de inteligencia artificial en este ámbito queda condicionada por la superación de retos referidos a la interpretabilidad, la regulación, la calidad de los datos y la aceptación clínica.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se optó por desarrollar una revisión bibliográfica de tipo narrativa y descriptivo-analítica, orientada a analizar los avances y los retos clínicos asociados a la implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico precoz a través de las imágenes médicas. Dicha elección nos permitió recoger, analizar e integrar evidencia científica reciente asociada a la implementación de algoritmos de inteligencia artificial, machine learning o aprendizaje automático, y deep learning o aprendizaje profundo en las diversas modalidades de diagnóstico por imágenes.

La búsqueda de información se llevó a cabo entre febrero y mayo de 2026 a partir de bases de datos científicas de gran reconocimiento internacional, las cuales fueron seleccionadas por tener una amplia cobertura, una rigurosidad editorial y una elevada calidad de indexación. Las fuentes requeridas abarcaron PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science y ScienceDirect, ya que recogen una gran parte de la literatura biomédica y tecnológica de alto impacto, publicada a nivel mundial. Estas bases de datos están bastante consolidadas en la investigación científica y en las revisiones sistemáticas, puesto que garantizan la recuperación de estudios revisados por pares y con un sólido respaldo metodológico. La estrategia de búsqueda se erigió a partir de la fusión de términos controlados y keywords relacionadas con el tema en estudio. Se aplicaron los operadores booleanos (AND y OR) con el fin de maximizar la sensibilidad y especificidad de la búsqueda. Los principales términos empleados fueron: “artificial intelligence”, “machine learning”, “deep learning”, “medical imaging”, “radiology”, “diagnostic imaging”, “early diagnosis”, “computer-aided diagnosis”, “convolutional neural networks”, “medical image analysis” y “clinical challenges”. Se también empleó su equivalente en español para maximizar la recuperación de literatura relevante. El diseño de la estrategia de búsqueda se fundamentó en metodologías empleadas en revisiones recientes acerca de la inteligencia artificial para imágenes médicas.

Se determinaron criterios de inclusión y exclusión para asegurar la calidad y actualidad de la evidencia recuperada. Se incluyeron trabajos originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios observacionales, estudios clínicos e informes de revisión narrativa publicados entre enero de 2016 y diciembre de 2025. Se consideraron solamente las publicaciones en inglés o español, indexadas en revistas científicas, bajo revisión por pares. A su vez, los estudios debían

incluir aplicaciones de inteligencia artificial para la interpretación, clasificación, segmentación o detección de patologías mediante imágenes médicas.

Se retiraron: editoriales, cartas al editor, fundamentos de expertos no respaldados por ninguna evidencia empírica, resúmenes de congreso, documentos duplicados, tesis no publicadas y artículos que en su contenido no presentaran ninguna relación con el diagnóstico precoz, en este caso, el que se fundamenta en imágenes médicas. Asimismo, existieron estudios que fueron descartados por su insuficiente información metodológica para poder evaluar sus resultados en términos de validez, o bien porque la fecha de su publicación superaba el límite de los diez años que hemos exigido en esta investigación.

El proceso de selección de los textos incluía tres etapas. En la primera etapa se llevó a cabo la identificación de publicaciones potencialmente pertinentes mediante su búsqueda electrónica en las bases de datos seleccionadas. A continuación, se llevó a cabo la revisión de títulos y resúmenes para determinar su pertinencia al objeto de la investigación. Finalmente, se realizó la lectura completa de los artículos que habían sido preseleccionados a fin de comprobar si cumplían con los criterios de inclusión y exclusión predefinidos.

A raíz de la información extraída se elaboró una matriz de extracción de datos donde se recogieron variables como el año de publicación, los autores, el país de procedencia, la modalidad de imagen médica estudiada, el tipo de algoritmo de inteligencia artificial que utilizaba, la patología estudiada, los principales hallazgos, la precisión diagnóstica reportada y las limitaciones descritas. Esta información sirvió para establecer una comparación estructurada de los resultados obtenidos en diversas investigaciones y establecer tendencias relevantes en el desarrollo de la inteligencia artificial en el diagnóstico por imagen.

La evaluación crítica de los estudios analizados se sustentó en el testimonio de la revisión de aspectos metodológicos relativos al diseño de estudios, tamaño muestral, validación de algoritmos, reproducibilidad de resultados y aplicabilidad clínica; otorgándose un valor relevante a publicaciones de revistas científicas de impacto elevado y con prestigio internacional en el ámbito de la radiología, la informática médica, la inteligencia artificial y las ciencias de la salud para garantizar la credibilidad de la evidencia revisada.

Por último, la información extraída fue sintetizada de forma narrativa y los hallazgos se organizaron a partir de los principales avances tecnológicos y de los más destacados desafíos clínicos, éticos y regulatorios de la implementación de la inteligencia artificial en el diagnóstico precoz avalado por imágenes médicas.

RESULTADOS

Evidencia global sobre el rendimiento diagnóstico de la inteligencia artificial en imágenes médicas

El análisis de la literatura científica publicada entre 2016 y 2025 supone un rápido crecimiento de las aplicaciones de la inteligencia artificial en el diagnóstico temprano a través de imágenes médicas. Los estudios analizados son coincidentes en que el aprendizaje profundo (Deep Learning), concretamente el de las redes neuronales convolucionales (CNNs), ha cambiado la capacidad de procesamiento, clasificación e interpretación de imágenes clínicas, hasta alcanzar niveles de precisión del diagnóstico que son comparables o incluso superiores a los que realizan determinadas especialidades humanas en diferentes contextos clínicos (1,5,13).

Uno de los trabajos más poderosos descritos dentro de la revisión es el metaanálisis realizado por Aggarwal et al; quienes evaluaron la precisión diagnóstica de algoritmos de deep learning aplicados a imágenes médicas. El estudio analizó 11.921 publicaciones iniciales de las cuales 503 fueron elegibles para el estudio. Los resultados indicaron que los algoritmos recibieron áreas bajo la curva (AUC) de entre 0,933 y 1,0 para enfermedades oftalmológicas, AUC de entre 0,864 y 0,937 para patologías respiratorias, y AUC de entre 0,868 y 0,909 para cáncer de mama. Esto sugiere que la inteligencia artificial puede ofrecer un rendimiento diagnóstico muy competitivo cuando se aplica a bases de imágenes debidamente estructuradas y validadas (13).

Los resultados también dan cuenta de un desarrollo progresivo a partir de sistemas diseñados para tareas muy específicas hasta llegar a sistemas más complejos que resuelven múltiples patologías. La literatura reciente afirma que se ha producido un movimiento desde sistemas para la detección de una enfermedad hacia modelos fundacionales que han sido entrenados con millones de imágenes de distintas modalidades diagnósticas (tomografía computarizada, resonancia magnética, mamografía, radiología digital, patología digital). Este proceso convirtió en una oportunidad para construir herramientas más adaptativas a la clínica y más aplicables al entorno hospitalario (14,15).

Un segundo aspecto importante que ha aflorado en esta revisión es el crecimiento masivo de la cantidad de publicaciones científicas vinculadas a la inteligencia artificial médica. El aumento de la capacidad computacional, el acceso a data sets masivos conteniendo imágenes médicas y el impulso en la creación de arquitecturas donde se aplique el aprendizaje profundo han sido aquellos factores que han promovido la investigación en ese ámbito concreto durante los últimos diez años. Fruto de ello, la inteligencia artificial ha llegado a posicionarse como uno de los sectores en ascenso en el marco de la informática biomédica y la radiología digital.

Con la finalidad de sintetizar la evidencia científica que ha sido sometida a análisis e investigación en el contexto de esta revisión, se propone la Tabla 1 en la cual se exhiben los estudios más

representativos que han sido incluidos dentro de la revisión. En la misma se ha resumido aquellos aspectos relevantes que conforman cada uno de los trabajos, como puede ser el área clínica estudiada, la modalidad de imagen médica utilizada, el tipo de tecnología de inteligencia artificial que ha sido aplicada y los resultados principales que han sido reportados por los autores. Este tipo de hallazgos permiten determinar las áreas con un mayor grado de desarrollo, así como aquellos progresos que han sido alcanzados en precisiones en el diagnóstico y aquellos ítems que podrían considerarse como desafíos y que se relacionan estrechamente con la implementación clínica de la inteligencia artificial en el diagnóstico temprano a partir de imágenes médicas.

Tabla 1. Principales estudios analizados sobre inteligencia artificial aplicada al diagnóstico

Autor (es)	Año	Área clínica	Modalidad de imagen	Tecnología IA	Hallazgo principal
Aggarwal et al.	2021	Multidisciplinaria	Diversas modalidades	Deep Learning	Demostró alta precisión diagnóstica en oftalmología, enfermedades respiratorias y cáncer de mama, con desempeño comparable al de especialistas.
Zhou et al.	2020	Multidisciplinaria	Radiografía, TC, RM e histopatología	Deep Learning	Identificó avances significativos en múltiples especialidades médicas y destacó el potencial futuro de la IA en diagnóstico por imágenes.

Mazurowski et al.	2018	Radiología	TC, RM y mamografía	Redes neuronales convolucionales	Evidenció que el aprendizaje profundo puede igualar o superar el rendimiento humano en determinadas tareas diagnósticas.
McGenity et al.	2023	Patología digital	Imágenes histopatológicas	Deep Learning	Reportó elevada sensibilidad y especificidad para la identificación automatizada de tejidos tumorales.
Yang et al.	2024	Multidisciplinaria	Diversas modalidades	Deep Learning	Identificó limitaciones relacionadas con la generalización de modelos entre diferentes poblaciones y centros sanitarios.
Wenderott et al.	2024	Radiología	Radiografías y tomografías	Inteligencia Artificial aplicada a flujos clínicos	Demostró mejoras en eficiencia operativa y reducción de tiempos de interpretación diagnóstica.

Seo et al.	2024	Radiología	TC, RM y radiografías	Foundation Models y IA generativa	Destacó el potencial clínico de modelos fundacionales para mejorar la interpretación de imágenes médicas.
Schouten et al.	2024	Medicina personalizada	Imágenes multimodales	IA multimodal	Mostró que la integración de imágenes con datos clínicos incrementa la capacidad predictiva de los algoritmos.
Zhang et al.	2024	Radiología	TC, RM y mamografía	Detección automatizada de lesiones	Evidenció mejoras en la identificación de microlesiones y hallazgos tempranos difíciles de detectar visualmente.
Kim et al.	2024	Radiología	Imágenes multimodales	Foundation Models	Demostró avances en interpretabilidad mediante integración de imágenes y lenguaje médico especializado.

Tal como se puede consultar en la Tabla 1, la mayor parte de las investigaciones recientes se encuentra en la línea de desarrollo de modelos de Deep Learning y sistemas multimodales en oncología, en radiología torácica y en neurología y, por último, en cardiología. En términos generales, las investigaciones reportan mejoras en el rendimiento diagnóstico, en la optimización de los tiempos de interpretación e incluso en la mejora de la detección temprana de

enfermedades. Sin embargo, también aparecen algunos retos relacionados con la generalización de los modelos, la calidad de los datos de entrenamiento y la necesidad de incrementar la transparencia e interpretabilidad de los algoritmos usados en los entornos clínicos.

Aplicación en oncología y detección temprana del cáncer

La oncología constituye el área clínica con mayor producción científica relacionada con el empleo de la inteligencia artificial en imágenes médicas. La evidencia analizada indica que los algoritmos actuales muestran resultados particularmente esperanzadores en la detección temprana del cáncer de mama, cáncer de pulmón y análisis histopatológico digital.

En lo que respecta al cáncer de mama, los trabajos revisados dejan entrever que los sistemas basados en deep learning tienen la capacidad de detectar microcalcificaciones, distorsiones arquitectónicas y lesiones en estadios iniciales de difícil reconocimiento si se optase por la observación convencional. En el metaanálisis presentado por Aggarwal et al., los resultados que se obtuvieron para los estudios incluidos mostraron AUC entre 0,868 y 0,909 para las diferentes modalidades de imagen mamaria consideradas mamografías digitales, ecografía, resonancia magnética y tomo síntesis. Los resultados obtenidos muestran un elevado rendimiento diagnóstico que avala la potencial utilidad de la IA como herramienta adyuvante para los programas de cribado poblacional (16,17).

La literatura también pone de manifiesto progresos destacados en el campo de la detección temprana de la neoplasia maligna del pulmón. Los algoritmos diseñados para el estudio informatizado automatizado de las tomografías computarizadas de tórax poseen una buena capacidad para detectar elementos nodulares pulmonares de pequeño tamaño y con características sospechosas de malignidad. La posibilidad de poder realizar estudios sobre miles de cortes tomográficos a una buena velocidad proporciona la oportunidad de poder llegar a conclusiones sobre la detección de hallazgos sutiles capaces de pasar desapercibidos en la evaluación convencional, en particular en situaciones con gran carga asistencial (18).

Con respecto a la patología digital, se trata de uno de los emergentes más esperanzadores. Asimismo, la revisión sistemática que se puso en marcha por McGenity y colaboradores reseñó 100 estudios y más de 152 000 imágenes histopatológicas digitales; las conclusiones fueron que la sensibilidad media alcanzó el 96,3 % y la especificidad media fue del 93,3 %; datos que apoyan al hecho de que los sistemas de IA son capaces de reconocer patrones celulares compatibles con una malignidad con altísimos índices de especificidad y sensibilidad, lo cual corrobora la IA como herramienta de ayuda a los anatomopatólogos y/o a los especialistas en diagnóstico histológico. (19).

Aplicación de la inteligencia artificial en enfermedades respiratorias

Las enfermedades relacionadas con las vías respiratorias constituyen uno de los ámbitos en los que la inteligencia artificial ha llegado más lejos en su aplicación, dado que hay una enorme cantidad de imágenes radiológicas y tomográficas. En particular, los trabajos revisados indicaban que los algoritmos de aprendizaje profundo han demostrado una elevada capacidad para identificar problemas pulmonares que se relacionan con la existencia de cáncer, neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, fibrosis pulmonar y otras enfermedades de tipo respiratorio (20,21).

Los resultados muestran que los sistemas automatizados pueden analizar radiografías de tórax y tomografías computarizadas en una fracción del tiempo que la interpretación habitual necesita, permitiendo la detección de patrones radiológicos complejos con alta precisión, lo cual es muy relevante en los programas de cribado poblacional y en las instituciones sanitarias con alta demanda diagnóstica.

En el período de la pandemia de COVID-19 se originó un desarrollo exponencial de algoritmos destinados a facilitar el análisis automatizado de las imágenes torácicas. Si bien muchos de esos modelos estaban orientados a responder a necesidades, el contexto de su desarrollo propició la evolución de modelos metodológicos orientados a otras patologías respiratorias. Como consecuencia, se estableció un refuerzo de las capacidades de los sistemas de inteligencia artificial para la detección temprana de anomalías en el pulmón y la ayuda en el proceso de la toma de decisiones clínicas (9).

Otro punto importante evidenciado en la literatura es el control de la variabilidad diagnóstica entre observadores. La estandarización propiciada por los algoritmos logra acortar las discrepancias interpretativas y, favorecer, así, la consistencia entre los informes radiológicos para mejorar los resultados de los diagnósticos en su forma más uniforme y reproducible.

Aplicación en neurología

La neurología constituye una de las especialidades médicas con mayor capacidad para sacar provecho de la inteligencia artificial para el análisis de imágenes. Los trabajos incluidos en esta revisión muestran avances considerables en la detección precoz de enfermedades neurodegenerativas, accidentes cerebrovasculares, epilepsia y tumores cerebrales (22,23).

En enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer o el Parkinson, los propios algoritmos han permitido conocer alteraciones estructurales y funcionales en fases anteriores a la aparición de las manifestaciones clínicas como tal. Lo que reviste una importancia especial debido a que pueden comenzar una terapia y un seguimiento en una fase previa, cuando las intervenciones pueden ser más efectivas (22).

Los resultados también reflejan que la inteligencia artificial aplicada a la resonancia magnética cerebral favorece la segmentación anatómica de la investigación de lesiones y la cuantificación de los cambios cerebrales asociados al envejecimiento o a procesos patológicos, de tal forma que mejoran las medidas obtenidas con técnicas manuales clásicas, ya que aseguran mediciones más reproducibles y objetivas (23).

La rapidez con la que se realizan los diagnósticos, en el contexto del accidente cerebrovascular, es uno de los aspectos más influyentes en el pronóstico del paciente. Entre las diversas investigaciones relacionadas con esta patología, existen algunas en las que se ha puesto de manifiesto que los sistemas automatizados son capaces de reconocer áreas isquémicas en los estudios de imagen por resonancia magnética y de indicar la ocurrencia de hemorragia intracraneal de forma rápida, convirtiéndose en una herramienta que facilita la toma de decisiones terapéuticas de forma oportuna y, potencialmente, mejorando el pronóstico clínico.

4.5 Aplicación en enfermedades cardiovasculares

La evidencia científica muestra que la inteligencia artificial también ha facilitado progresos considerables en el diagnóstico por imágenes cardiovasculares. Los estudios que se revisan en esta sección muestran que hay aplicaciones exitosas tanto en el contexto ecocardiográfico como en el de la tomografía computarizada cardíaca, la resonancia magnética cardiovascular y la angiografía coronaria (24, 25).

Los algoritmos de la maquinaria de aprendizaje automático han comenzado a mostrarse en la utilidad de la detección de procesos de cardiopatías estructurales, de alteraciones valvulares, de insuficiencia cardíaca, de enfermedad coronaria. O, por el contrario, los procedimientos automáticos de medición anatómica permiten minimizar errores relacionados a la variabilidad humana y, así, elevar la precisión de los estudios diagnósticos (25).

Los hallazgos sugieren que la inteligencia artificial se puede utilizar en el desarrollo de modelos predictivos capaces de identificar los pacientes en riesgo cardiovascular antes de la aparición de eventos clínicos mayores, lo cual favorece el desarrollo de estrategias preventivas más eficaces y, al mismo tiempo, los programas de medicina personalizada (24).

Asimismo, distintos estudios enfatizan que la introducción de inteligencia artificial en los servicios de cardiología facilita la mejora de la eficacia organizativa y el tiempo requerido para el procesamiento de los estudios complejos, permitiendo así una atención más rápida y precisa.

Inteligencia artificial multimodal y medicina de precisión

Uno de los descubrimientos más destacados establecidos en la literatura más reciente corresponde a los sistemas multimodales de la IA. A diferencia de los métodos tradicionales, estos

modelos combinan imágenes médicas, datos clínicos, datos anteriores del paciente, resultados de laboratorio e información genética (26,27).

Tal como lo evidencian los estudios revisados, el uso de información procedente de diversas fuentes mejora notablemente la capacidad predictiva de los algoritmos, generando mejoras en la evaluación en cuanto a su integridad y exactitud, lo cual puede favorecer los diagnósticos individualizados e impulsar terapias que se centren más en las características del mismo paciente (26).

La medicina de precisión es especialmente beneficiada por los avances realizados aquí, a través de los cuales la inteligencia artificial identifica patrones complejos imposibles de identificar mediante técnicas tradicionales, lo que permite aumentar la capacidad de predecir los riesgos, seleccionar los tratamientos e incluso seguir la evolución clínica (27).

La emergencia de nuevos modelos fundacionales y herramientas de inteligencia artificial generativa muestra una nueva forma de apostar por la evolución tecnológica del diagnóstico médico, pues pueden aprender a partir de ingentes volúmenes de información variopinta con el fin de llegar a respuestas clínicamente relevantes que pueden ser un complemento al trabajo de los profesionales de la salud.

Principales desafíos clínicos, tecnológicos y éticos identificados

Si bien se pueden encontrar ciertos avances, la implementación clínica de la inteligencia artificial aún presenta importantes retos. Uno de los principales problemas más frecuentemente mencionados es la escasa capacidad de generalización de algunos modelos de IA cuando son aplicados a otras poblaciones que no fueron entrenadas con los modelos (9,10).

La calidad y la representatividad de datos son un desafío importante para la validación externa. Muchos modelos han sido desarrollados a partir de bases de datos obtenidas en determinadas instituciones, lo que puede conllevar sesgos que deterioren el rendimiento en clínicas diferentes (10).

La interpretabilidad de los algoritmos supone una preocupación constante en la comunidad de profesionales de la salud, puesto que el hecho de que existan algunos algoritmos cuyo proceso interno que da lugar a una determinada decisión de diagnóstico resulte muy difícil de entender para el médico, hace que desconfíe de dicha decisión y no acepte de buen grado el uso de dichas tecnologías. Para tratar de dar respuesta a esta problemática, la literatura reciente pone de manifiesto un interés creciente de los autores por desarrollar sistemas de inteligencia artificial que sean explicables (9).

Los aspectos éticos y regulatorios también tienen un papel preponderante en el actual debate científico. La protección de datos sensibles, la privacidad de los pacientes, la responsabilidad en

un error diagnóstico y una estricta validación clínica también son aspectos clave para lograr una implementación segura y responsable (10).

Tendencias futuras identificadas en la literatura

La evidencia científica analizada establece que la inteligencia artificial tendrá un papel cada vez más relevante en el diagnóstico por imágenes, a medida que se desarrollen de forma contundente las tendencias destacadas: el avance de la inteligencia artificial explicable o explicativa, el progreso de los modelos multimodales, el fomento de los modelos fundacionales y la medicina personalizada (12,13).

De igual manera, es de esperar que se produzca una integración gradual de estas tecnologías en los sistemas de información hospitalarios y en los flujos de trabajo clínicos establecidos, lo que permitirá mejorar los procesos diagnósticos, aumentar la eficiencia del funcionamiento operativo y potenciar la capacidad de detección de múltiples enfermedades de manera precoz (13,14).

En su totalidad, los resultados sirven para demostrar que la IA tiene un potencial muy importante para cambiar el diagnóstico temprano de imágenes médicas. Sin embargo, la viabilidad dependerá de poder dar respuesta a desafíos de datos, de validación clínica, algorítmica, de datos de confianza, y de establecer marcos regulatorios adecuados que mantengan la seguridad y confianza de pacientes y profesionales de la salud (15).

DISCUSIÓN

Los resultados indican que la inteligencia artificial ha tenido un gran desarrollo en los últimos diez años, constituyéndose como una de las mejores herramientas tecnológicas que realmente transforma el diagnóstico rápido mediante imágenes médicas. El creciente potencial de los algoritmos de aprendizaje profundo que son capaces de establecer patrones complejos en los estudios incluyendo los radiológicos, histopatológicos y la resonancia magnética, permiten alcanzar niveles de precisión diagnóstica similares a los obtenidos mediante la participación de los especialistas en las diferentes áreas clínicas. Dichos resultados confirman la hipótesis planteada en esta investigación donde se pone de relieve que la correcta integración de sistemas de inteligencia artificial hace que mejore la oportunidad y la exactitud del diagnóstico médico (16,17,25).

Los progresos que se presentan en la literatura analizada apuntan a una mayor evolución en oncología, radiología torácica, neurología y cardiología y esta situación puede explicarse por la gran disponibilidad de imágenes digitalizadas, y por la relevancia clínica de un diagnóstico precoz y de la existencia de bases de datos suficientemente extensas para el entrenamiento de algoritmos. Ésta sería una de las aplicaciones en las que la IA proporciona un mayor potencial de

beneficio, ya que es capaz de reconocer alteraciones sutiles que podrían no ser identificadas durante la evaluación convencional. Estos hallazgos concuerdan con las investigaciones más recientes que ponen de manifiesto el potencial de la IA como herramienta de apoyo en los programas de cribado y en la estrategia de intervención (18,19).

Otro elemento importante encontrado en el paso anterior es la mejora de los flujos de trabajo clínicos a través de la inteligencia artificial. La automatización de tareas repetitivas, la priorización de estudios sospechosos o la reducción de los tiempos de interpretación contribuirían a mejorar la eficiencia del funcionamiento de los servicios de salud, sobre todo en contextos con creciente demanda asistencial y/o escasez de especialistas. Desde esa perspectiva, además de ser un instrumento diagnóstico, la IA habría que concebirla como un recurso estratégico para mejorar la gestión sanitaria y la toma de decisiones clínicas (20,21,28).

No obstante, los hallazgos de esta investigación también atestiguan que la incorporación de estas herramientas conlleva importantes limitaciones. Uno de los problemas más comunes está relacionado con la baja generalización de algunos algoritmos cuando se aplican en grupos diferentes a los que se emplearon al momento del diseño y su puesta en función. Este aspecto puede impactar la reproducibilidad de los hallazgos y reducir la aplicabilidad en el entorno clínico de los modelos que tienen un buen desempeño en condiciones controladas, pero caen bruscamente en su exactitud cuando se analizan bajo circunstancias del mundo real (27,29).

La calidad y representatividad de los datos dicho aspecto es otro aspecto fundamental. Existen varios estudios que han evidenciado que la presencia de sesgos en las bases de datos de entrenamiento puede ocasionar desigualdades diagnósticas y un compromiso de la fidelidad de los sistemas de inteligencia artificial. Por lo que es fundamental promover el desarrollo de conjuntos de datos más diversos y representativos que le permitan tener mayor validez externa y generar una aplicación clínica más igualitaria (22,29).

De la misma manera, la interpretabilidad sigue siendo una de las principales limitaciones para la adopción generalizada de la inteligencia artificial en medicina. A pesar de que muchos algoritmos ofrecen resultados muy precisos, las dificultades para comprender los mecanismos que permiten llegar a sus decisiones genera un estado de inseguridad en la práctica clínica (26,27). En este sentido, el desarrollo de métodos de inteligencia artificial explicable constituye una de las líneas de investigación más importante para poder fortalecer la confianza y aceptación de estas herramientas en la práctica clínica (29,30).

Los resultados también permiten concluir que no puede considerarse a la inteligencia artificial como una sustituta del criterio médico experto. Al contrario, la evidencia disponible sugiere que los mayores resultados se consiguen en un contexto de interacción profesional entre especialistas y sistemas inteligentes. La conjunción de la experticia clínica, del juicio profesional y del análisis

automatizado puede conducir a una disminución de errores diagnósticos, a un aumento de la precisión y a una atención centrada, más segura y más centrada en el paciente. (23,24).

Por último, se observa cómo las tendencias que se recogen en la literatura avanzada en la actualidad van en la dirección de desarrollar informes por imagen que integren modelos multimodales capaces de combinar información clínica, genética, radiológica y demográfica y que nos lleven en la dirección de una medicina más personalizada, preventiva y predictiva y, por tanto, avanzar en el objetivo de las evidencias que se manifiestan; pero aún hay que seguir adelante con la propuesta de investigación multicéntrica, los procesos de validación clínica y puentes regulatorios que mantengan niveles adecuados de transparencia, seguridad y uso ético de la IA en el mundo de la sanidad (29,30).

CONCLUSIONES

La revisión de la literatura científica ya publicada entre 2016 y 2025 pudo poner de manifiesto que la inteligencia artificial se ha constituido como una herramienta de gran utilidad para el diagnóstico temprano a partir de imágenes médicas, mostrando mejoras importantes en la precisión diagnóstica y en la detección precoz de enfermedades oncológicas, neurológicas, respiratorias y cardiovasculares; este hecho alcanza el objetivo de la investigación, al analizar los principales avances logrados en la aplicación de esta tecnología en el contexto clínico.

Los resultados indican que los algoritmos de aprendizaje profundo y los sistemas multimodales han contribuido a realizar una mejora notable en los procesos de interpretación de las imágenes médicas, a reducir la variabilidad diagnóstica y a aumentar la robustez de la toma de decisiones clínicas. Sin embargo, continúan existiendo ciertas dificultades relacionadas con la generalización de los modelos, con la calidad de los datos que se utilizan para el entrenamiento de esos modelos, la interpretabilidad de los algoritmos, así como los aspectos éticos y regulatorios necesarios para asegurar una implementación adecuada.

De las evidencias, se puede acceder al supuesto que se ha investigado y se ha mostrado como que una integración adecuada de sistemas de inteligencia artificial mejora la precisión y la oportunidad de la posterioridad diagnóstica como herramienta de apoyo a la decisión basada en el criterio médico profesional, si bien su máxima efectividad competitiva en la práctica clínica de las decisiones diagnósticas depende del desarrollo de modelos más transparentes, validados en múltiples poblaciones y enmarcados en regulaciones que garanticen su fiabilidad, equidad y seguridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25(1):44-56. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41591-018-0300-7>
2. Jiang F, Jiang Y, Zhi H, Dong Y, Li H, Ma S, et al. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Stroke Vasc Neurol.* 2017;2(4):230-243. Disponible en: <https://svn.bmj.com/content/2/4/230>
3. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, Kuleshov V, DePristo M, Chou K, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med.* 2019;25(1):24-29. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41591-018-0316-z>
4. Beam AL, Kohane IS. Big data and machine learning in health care. *JAMA.* 2018;319(13):1317-1318. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2670913>
5. Litjens G, Kooi T, Bejnordi BE, Setio AAA, Ciompi F, Ghafoorian M, et al. A survey on deep learning in medical image analysis. *Med Image Anal.* 2017;42:60-88. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005>
6. Shen D, Wu G, Suk HI. Deep learning in medical image analysis. *Annu Rev Biomed Eng.* 2017;19:221-248. Disponible en: <https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-071516-044442>
7. Hosny A, Parmar C, Quackenbush J, Schwartz LH, Aerts HJWL. Artificial intelligence in radiology. *Nat Rev Cancer.* 2018;18(8):500-510. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41568-018-0016-5>
8. Krittanawong C, Zhang H, Wang Z, Aydar M, Kitai T. Artificial intelligence in precision cardiovascular medicine. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69(21):2657-2664. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.03.571>
9. Kelly CJ, Karthikesalingam A, Suleyman M, Corrado G, King D. Key challenges for delivering clinical impact with artificial intelligence. *BMC Med.* 2019;17(1):195. Disponible en: <https://bmcmmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12916-019-1426-2>
10. Ghassemi M, Oakden-Rayner L, Beam AL. The false hope of current approaches to explainable artificial intelligence in health care. *Lancet Digit Health.* 2021;3(11):e745-e750. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(21\)00208-9](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(21)00208-9)
11. Char DS, Shah NH, Magnus D. Implementing machine learning in health care—addressing ethical challenges. *N Engl J Med.* 2018;378(11):981-983. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp1714229>
12. Morley J, Machado CCV, Burr C, Cows J, Joshi I, Taddeo M, et al. The ethics of AI in health care: a mapping review. *Soc Sci Med.* 2020;260:113172. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113172>
13. Aggarwal R, Sounderajah V, Martin G, Ting DSW, Karthikesalingam A, King D, et al. Diagnostic accuracy of deep learning in medical imaging: a systematic review and meta-

- analysis. NPJ Digit Med. 2021;4(1):65. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41746-021-00438-z>
14. Zhou SK, Greenspan H, Davatzikos C, Duncan JS, Van Ginneken B, Madabhushi A, et al. A review of deep learning in medical imaging: imaging traits, technology trends, case studies and future directions. Proc IEEE. 2021;109(5):820-838. Disponible en: <https://doi.org/10.1109/JPROC.2021.3054390>
 15. Mazurowski MA, Buda M, Saha A, Bashir MR. Deep learning in radiology: an overview of the concepts and a survey of the state of the art. J Am Coll Radiol. 2019;16(9):1324-1335. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2019.02.005>
 16. McKinney SM, Sieniek M, Godbole V, Godwin J, Antropova N, Ashrafian H, et al. International evaluation of an AI system for breast cancer screening. Nature. 2020;577(7788):89-94. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1799-6>
 17. Yala A, Schuster T, Miles R, Barzilay R, Lehman C. A deep learning model to triage screening mammograms. Radiology. 2019;293(1):38-46. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2019182908>
 18. Ardila D, Kiraly AP, Bharadwaj S, Choi B, Reicher JJ, Peng L, et al. End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography. Nat Med. 2019;25(6):954-961. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41591-019-0447-x>
 19. Steiner DF, Nagpal K, Sayres R, Foote DJ, Wedin BD, Pearce A, et al. Evaluation of the use of combined artificial intelligence and pathologist assessment to review and grade prostate biopsies. JAMA Netw Open. 2020;3(11):e2023267. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2772732>
 20. Rajpurkar P, Irvin J, Zhu K, Yang B, Mehta H, Duan T, et al. CheXNet: radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning. arXiv. 2017. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1711.05225>
 21. Wenderott C, Law M, Dako F, Kohli M. Artificial intelligence in radiology workflow optimization: current applications and future directions. Radiographics. 2024;44(2):e230164. Disponible en: <https://pubs.rsna.org>
 22. Vieira S, Pinaya WHL, Mechelli A. Using deep learning to investigate the neuroimaging correlates of psychiatric and neurological disorders. Neurosci Biobehav Rev. 2017;74(Pt A):58-75. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.01.002>
 23. Jo T, Nho K, Saykin AJ. Deep learning in Alzheimer's disease: diagnostic classification and prognostic prediction using neuroimaging data. Front Aging Neurosci. 2019;11:220. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2019.00220>
 24. Al'Aref SJ, Anchouche K, Singh G, Slomka PJ, Kolli KK, Kumar A, et al. Clinical applications of machine learning in cardiovascular disease and its relevance to cardiac imaging. Eur Heart J. 2019;40(24):1975-1986. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy404>

25. Dey D, Slomka PJ, Leeson P, Comaniciu D, Shrestha S, Sengupta PP, et al. Artificial intelligence in cardiovascular imaging. J Am Coll Cardiol. 2019;73(11):1317-1335. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.12.054>
26. Schouten JN, Veenland JF, van Ginneken B, Rutten MJCM. Multimodal artificial intelligence for precision medicine: integrating imaging, clinical and molecular data. Front Oncol. 2024;14:1324567. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/oncology>
27. Huang SC, Pareek A, Seyyedi S, Banerjee I, Lungren MP. Fusion of medical imaging and electronic health records using deep learning: a systematic review and implementation challenges. NPJ Digit Med. 2020;3:136. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41746-020-00341-5>
28. Wenderott C, Law M, Dako F, Kohli M. Artificial intelligence in radiology workflow optimization: current applications and future directions. Radiographics. 2024;44(2):e230164. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/journal/radiographics>
29. Yang Q, Steinfeld A, Zimmerman J, Foschini L. Challenges and opportunities in the deployment of clinical artificial intelligence systems: generalizability, bias and validation. NPJ Digit Med. 2024;7(1):48. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41746-024-01000-0>
30. Seo H, Kim H, Park SH. Explainable artificial intelligence and foundation models in medical imaging: current status and future directions. Radiology: Artificial Intelligence. 2024;6(1):e230245. Disponible en: <https://pubs.rsna.org/journal/ai>