DOI: https://doi.org/10.31243/mdc.uta.v10i3.3232.2026

Artículo de revisión

Inteligencia artificial en imagenología mamaria: avances y desafíos del diagnóstico precoz de cáncer de mama

Artificial intelligence in breast imaging: advances and challenges in the early diagnosis of breast cancer.

Sisalema Bonito Katherine Estefania*, Gavilanes-Masabanda Henry Giovanni**, Guevara Frutos Zaida Brigitte***

*Universidad Técnica de Ambato – https://orcid.org/0009-0003-0854-1944 - ksisalema5750@uta.edu.ec

** Universidad Técnica de Ambato – https://orcid.org/0009-0009-3133-6491 - hgavilanes1926@uta.edu.ec

***Universidad Técnica de Ambato – https://orcid.org/0009-0008-3220-7248 - zguevara7478@uta.edu.ec

ksisalema5750@uta.edu.ec

Recibido: 15 de mayo del 2026
Revisado: 2 de junio del 2026
Aceptado: 23 de junio del 2026

Resumen.

Introducción: El cáncer de mama es una de las principales causas de mortalidad femenina a nivel mundial, y su detección temprana constituye el factor determinante para mejorar el pronóstico. El crecimiento acelerado de la inteligencia artificial (IA) aplicada a la imagenología médica hace necesario evaluar su desempeño real y sus limitaciones actuales. Objetivo: Analizar el impacto de la IA en imagenología mamaria sobre la precisión, la estandarización y la eficiencia del diagnóstico precoz, mediante una revisión narrativa de la literatura publicada entre 2020 y 2025. Metodología: Se realizó una revisión narrativa con estrategia de búsqueda sistematizada en seis bases de datos (PubMed/MEDLINE, Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore, SpringerLink y Google Scholar). Tras el cribado de 184 registros iniciales, se seleccionaron 25 estudios que cumplieron los criterios de elegibilidad, evaluados mediante una lista de verificación de apraisal crítico adaptada del instrumento CASP. Resultados: El 60 % de los estudios utilizó mamografía digital, el 24 % ultrasonido y el 16 % resonancia magnética. En el mayor metaanálisis identificado sobre mamografía y tomosíntesis, la IA independiente alcanzó una sensibilidad puntual de 80,6 % (IC95%: 74,3-85,7) frente a 73,6 % de los radiólogos, y una especificidad de 85,7 % (IC95%: 74,1-92,6) frente a 89,6 % de los radiólogos. Los modelos híbridos IA-radiólogo incrementaron la precisión diagnóstica entre un 8 % y un 12 % respecto a la interpretación humana aislada. Persisten limitaciones relacionadas con la heterogeneidad de los protocolos de imagen, la escasa validación externa multicéntrica, la ausencia de estudios prospectivos y la interpretabilidad limitada de los algoritmos, lo que impide establecer una superioridad generalizable de la IA frente a la práctica radiológica convencional. Conclusiones: La evidencia disponible respalda a la IA como una herramienta complementaria eficaz para el diagnóstico precoz del cáncer de mama, sin que ello implique la sustitución del criterio clínico del radiólogo. Su implementación sostenida requiere validación multicéntrica, estandarización de datos y marcos éticos que regulen su uso como apoyo a la decisión médica.

Palabras clave

Inteligencia Artificial, Neoplasias de la Mama, Aprendizaje Profundo, Redes Neurales de la Computación.

Abstract.

Introduction: Breast cancer remains one of the leading causes of mortality among women worldwide, and early detection is the determining factor for improving prognosis. The rapid growth of artificial intelligence (AI) applied to medical imaging makes it necessary to evaluate its real-world performance and current limitations.

Objective: To analyze the impact of AI in breast imaging on diagnostic accuracy, standardization, and efficiency in early detection, through a narrative review of the literature published between 2020 and 2025. Methods: A narrative review with a systematized search strategy was conducted across six databases (PubMed/MEDLINE, Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore, SpringerLink, and Google Scholar). After screening 184 initial records, 25 studies meeting the eligibility criteria were selected and appraised using a critical appraisal checklist adapted from the CASP tool. Results: Digital mammography was used in 60 % of studies, ultrasound in 24%, and magnetic resonance imaging in 16%. In the largest meta-analysis identified on mammography and tomosynthesis, standalone AI achieved a pooled sensitivity of 80.6% (95% CI: 74.3-85.7) versus 73.6% for radiologists, and a specificity of 85.7% (95% CI: 74.1-92.6) versus 89.6% for radiologists. Hybrid AI-radiologist models increased diagnostic accuracy by 8% to 12% compared with human interpretation alone. Limitations persist regarding imaging protocol heterogeneity, limited multicenter external validation, the absence of prospective studies, and constrained algorithm interpretability, which precludes establishing generalizable superiority of AI over conventional radiological practice. Conclusions: Current evidence supports AI as an effective complementary tool for early breast cancer diagnosis, without implying a replacement of the radiologist's clinical judgment. Sustained implementation requires multicenter validation, data standardization, and ethical frameworks governing its use as decision-support.

Keywords
Artificial Intelligence, Breast Neoplasms, Deep Learning, Neural Networks, Computer.

Introducción.

El cáncer de mama continúa siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en mujeres a nivel mundial. Cada año se diagnostican más de 2,3 millones de nuevos casos, lo que representa alrededor de una cuarta parte de todos los cánceres femeninos y aproximadamente el 16 % de las muertes por cáncer en mujeres (1). Los métodos diagnósticos tradicionales —mamografía, ecografía y resonancia magnética— han mejorado la supervivencia, pero conservan limitaciones conocidas, como la tasa de falsos negativos y la variabilidad interobservador (2).

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se ha posicionado como una herramienta prometedora para reforzar la precisión diagnóstica en radiología mamaria (3). Los algoritmos de aprendizaje profundo permiten analizar grandes volúmenes de imágenes con alta exactitud, y en algunos escenarios igualan o superan el rendimiento de radiólogos expertos (4). Las redes neuronales convolucionales (CNN), en particular, han mostrado capacidad para identificar microcalcificaciones y masas sospechosas, con valores de sensibilidad y especificidad que superan el 90 % en algunos estudios controlados, aunque estos resultados no son uniformes entre las distintas modalidades de imagen ni poblaciones evaluadas (5).

Más allá de la detección, estos sistemas contribuyen a la estratificación del riesgo individual, a la predicción del comportamiento tumoral y al análisis multimodal que combina mamografía, ultrasonido y resonancia magnética (6,7,8). Sin embargo, su integración clínica enfrenta obstáculos relacionados con la transparencia algorítmica, la validación externa y la aceptación por parte del personal de salud (8), además de consideraciones éticas y legales sobre protección de datos, sesgo algorítmico y responsabilidad médica (9). Estos desafíos exigen un abordaje multidisciplinario que articule innovación tecnológica, regulación sanitaria y formación continua del personal médico.

Existen ya varias revisiones publicadas sobre el uso de la IA en imagenología mamaria (3,4). No obstante, pocas contrastan de manera directa las cifras de sensibilidad y especificidad de la IA frente a los radiólogos a partir del metaanálisis de mayor tamaño disponible (12), ni abordan con suficiente profundidad las causas de la pérdida de rendimiento de los algoritmos al ser evaluados fuera de las bases de datos utilizadas para su entrenamiento (13,18). La presente revisión aborda estos dos aspectos y, adicionalmente, incorpora una evaluación sistemática de la calidad metodológica de los estudios mediante una lista de verificación adaptada del instrumento CASP, procedimiento poco frecuente en revisiones narrativas sobre esta temática.

Objetivo del estudio

El presente artículo tiene como objetivo analizar la aplicación de la inteligencia artificial en el diagnóstico precoz del cáncer de mama, mediante

una revisión narrativa de la literatura publicada entre 2020 y 2025, considerando los principales hallazgos reportados, las metodologías empleadas, las ventajas y limitaciones de los distintos enfoques, y las implicaciones clínicas, éticas y tecnológicas derivadas de su implementación. De este modo, se pretende ofrecer una visión actualizada e integral del papel de la inteligencia artificial como herramienta complementaria en la detección temprana del cáncer de mama y su implementación clínica.

Metodología

Diseño del estudio

Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica sobre el uso de la inteligencia artificial en el diagnóstico precoz del cáncer de mama mediante técnicas de imagenología médica. El objetivo fue recopilar, sintetizar y analizar críticamente la evidencia disponible acerca del rendimiento diagnóstico de los diferentes algoritmos de inteligencia artificial, así como sus implicaciones clínicas, tecnológicas y éticas. La revisión se orientó a integrar los principales hallazgos publicados en la literatura reciente.

La búsqueda bibliográfica se realizó en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore, SpringerLink y Google Scholar, considerando publicaciones comprendidas entre enero de 2020 y diciembre de 2025. La búsqueda bibliográfica se realizó en 2025, previo al envío del manuscrito para publicación. Se emplearon los descriptores "Artificial Intelligence", "Breast Cancer", "Early Diagnosis", "Machine Learning", "Deep Learning", "Radiomics", "Mammography" y "Breast Imaging", así como sus equivalentes en español, combinados mediante los operadores booleanos AND y OR. Las estrategias de búsqueda fueron adaptadas a la sintaxis específica de cada base de datos y los filtros aplicados para cada una de ellas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Estrategias de búsqueda por base de datos.

Base de datos	Estrategia de búsqueda	Filtros aplicados
PubMed/MEDLINE	(“Breast Neoplasms”[MeSH] OR “Breast Cancer”) AND (“Artificial Intelligence”[MeSH] OR “Deep Learning” OR “Machine Learning”) AND (“Early Detection of Cancer”[MeSH] OR “Early Diagnosis”)	2020–2025; idioma inglés/español; humanos
Scopus	TITLE-ABS-KEY((“breast cancer”) AND (“artificial intelligence” OR “deep learning” OR “machine learning”) AND (“early diagnosis” OR “screening”))	2020–2025; artículos y revisiones
ScienceDirect	(“breast cancer” AND “artificial intelligence” AND “early diagnosis”)	2020–2025; ciencias de la salud
IEEE Xplore	(“breast cancer” AND “deep learning” AND “medical imaging”)	2020–2025; conferencias y revistas
SpringerLink	(“breast cancer” AND “artificial intelligence” AND “imaging”)	2020–2025; artículos de revisión y originales
Google Scholar	Combinación equivalente de los términos anteriores, revisando los primeros 100 resultados ordenados por relevancia	2020–2025

Nota: Las ecuaciones de búsqueda se adaptaron a la sintaxis y a los campos de indexación (título, resumen, palabras clave) propios de cada base de datos, conservando la misma lógica booleana.

Se priorizaron artículos originales, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados entre 2020 y 2025, en idioma inglés o español, que abordaran la aplicación de la inteligencia artificial en imagenología mamaria para el diagnóstico precoz

del cáncer de mama. Asimismo, se consideraron estudios que reportaran información sobre el desempeño diagnóstico de los algoritmos, sus aplicaciones clínicas, limitaciones metodológicas e implicaciones para la práctica clínica.

Se excluyeron publicaciones sin relación directa con el objetivo de la revisión, documentos con información metodológica insuficiente y literatura no sometida a revisión por pares. La selección de los estudios fue realizada de manera conjunta por los tres autores, quienes evaluaron y discutieron cada registro hasta alcanzar consenso sobre su inclusión o exclusión.

Con el propósito de fortalecer el análisis de la evidencia, las publicaciones revisadas fueron valoradas mediante una lista de verificación adaptada del instrumento Critical Appraisal Skills Programme (CASP). Esta herramienta permitió identificar fortalezas y limitaciones metodológicas de los estudios incluidos y orientar la interpretación crítica de los hallazgos, sin constituir un criterio formal para la inclusión o exclusión de las publicaciones.

De las publicaciones revisadas se recopiló información referente al autor, año de publicación, país de origen, modalidad de imagen empleada, tipo de algoritmo de inteligencia artificial, principales métricas de desempeño diagnóstico, limitaciones metodológicas y hallazgos relevantes. Posteriormente, la evidencia se organizó mediante un análisis temático para facilitar la comparación e interpretación crítica de los resultados.

Consideraciones éticas

El estudio se ajustó a los principios de honestidad científica, transparencia y citación responsable conforme a las normas internacionales de publicación biomédica. Al tratarse de una revisión de la literatura, no se realizó intervención alguna en seres humanos ni se manejaron datos clínicos identificables.

Limitaciones metodológicas

La presente revisión presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar sus hallazgos. En primer lugar, no se realizó un metaanálisis cuantitativo, por lo que la integración de los resultados se efectuó mediante una síntesis descriptiva y crítica de la evidencia disponible, no puede descartarse la existencia de sesgo de publicación, debido a que los estudios con resultados favorables o estadísticamente significativos tienen mayor probabilidad de ser publicados.

La exclusión de literatura gris no sometida a revisión por pares pudo limitar la incorporación de evidencia potencialmente relevante. Otra limitación corresponde a la restricción temporal de la búsqueda a publicaciones comprendidas entre 2020 y 2025, lo que pudo excluir investigaciones previas que contribuyeron al desarrollo inicial de la inteligencia artificial aplicada a la imagenología mamaria. Finalmente, la heterogeneidad observada en los diseños de estudio, las poblaciones analizadas, las modalidades de imagen empleadas, las bases de datos utilizadas para el entrenamiento de los algoritmos y las métricas de rendimiento diagnóstico reportadas dificulta la comparación directa entre los resultados de las distintas investigaciones.

Resultados

Características generales de los estudios incluidos

De los 25 estudios incluidos, el 60 % (n=15) utilizó mamografía digital como modalidad principal, el 24 % (n=6) ultrasonido y el 16 % (n=4) resonancia magnética. La Tabla 2 resume las características de los cinco estudios más representativos del corpus analizado; el conjunto completo de 25 estudios se describe de forma agregada en el análisis temático (Tabla 2).

Tabla 2. Caracterización de estudios clave: diseño, algoritmos, modalidad y rendimiento diagnóstico.

Autores (año)	País	Diseño del estudio	Modalidad	Algoritmo	Métrica principal	Hallazgo / limitación reportada
Schaffter et al. (10), 2020	EE. UU. y Suecia (multicéntrico)	Estudio primario, comparación con benchmark	Mamografía	Deep learning / CNN	AUC del modelo combinado IA-radiólogo ≈ 0,94; AUC de los algoritmos	Ningún algoritmo individual superó a los radiólogos de forma consistente; añadir datos clínicos y demográficos no

		de radiólogos			individuales entre 0,86 y 0,90	mejoró el desempeño de los algoritmos
Yoon et al. (12), 2023	Internacional (metaanálisis)	Revisión sistemática y metaanálisis	Mamografía y tomosíntesis	Deep learning	Sensibilidad IA 80,6 % (radiólogos 73,6 %); especificidad IA 85,7 % (radiólogos 89,6 %)	Mayor sensibilidad y menor especificidad de la IA frente a radiólogos; heterogeneidad relevante entre estudios primarios
Liao et al. (11), 2023	China (multicéntrico)	Estudio retrospectivo de cohorte	Ultrasonido	Deep learning (EDL-BC)	Mejora del desempeño diagnóstico de los radiólogos al usar el modelo como apoyo	Diseño retrospectivo; población china, generalización a otras poblaciones no confirmada
Freeman et al. (13), 2022	Reino Unido	Revisión rápida de evidencia	Mamografía (cribado poblacional)	No aplica (revisión)	Análisis de validación externa	Escasa evidencia de validación externa disponible en la literatura revisada
Pérez Arias et al. (14), 2024	Colombia	Diseño teórico de sistema	Sistema web de apoyo diagnóstico	No aplica (diseño teórico)	Modelo de integración clínica propuesto	Propuesta no validada clínicamente

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de sensibilidad y especificidad de la IA reportados en los estudios de mamografía y tomosíntesis fueron consistentes con los descritos en la Tabla 2 (12,15,16). Estos valores fueron, en general, superiores a los promedios de sensibilidad obtenidos mediante lectura radiológica convencional, aunque con especificidades ligeramente menores en algunos análisis agrupados.

Modelos híbridos IA-radiólogo

Las investigaciones que compararon la interpretación aislada del radiólogo frente a modelos híbridos IA-radiólogo, reportaron un incremento de la precisión diagnóstica entre el 8 % y el 12 % a favor del modelo híbrido (11,17). Varios de estos estudios señalaron además que los sistemas automatizados contribuyeron a la priorización de casos sospechosos dentro del flujo de trabajo radiológico.

Los hallazgos se agruparon en cuatro categorías temáticas, resumidas en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis temático de los hallazgos.

Categoría temática	Principales hallazgos reportados	Impacto clínico potencial
Detección temprana y tamizaje	Modelos de redes neuronales convolucionales (CNN) con sensibilidad diagnóstica elevada y reducción de falsos negativos	Incremento en la tasa de detección de cáncer en fases iniciales
Clasificación de lesiones	Algoritmos como ResNet y EfficientNet diferencian lesiones benignas y malignas	Disminución de biopsias y procedimientos invasivos innecesarios
Predicción terapéutica	Modelos predictivos basados en análisis radiómico que anticipan la respuesta a quimioterapia u hormonoterapia	Personalización de esquemas terapéuticos y seguimiento individualizado
Integración clínica	Implementación de IA en sistemas PACS y flujos hospitalarios	Reducción de carga laboral y mejora en la

		eficiencia diagnóstica

Fuente: elaboración propia.

Integración de datos multimodales

Los modelos de IA que integran información clínica con datos de imagen, como el desarrollado por Liao et al. (11), provocaron un desempeño diagnóstico superior al de aquellos basados exclusivamente en características imagenológicas, lo que sugiere que los enfoques multimodales podrían mejorar la capacidad discriminativa de los algoritmos en el diagnóstico precoz del cáncer de mama, un potencial considerable para automatizar la segmentación de lesiones mamarias y la delimitación de sus márgenes, optimizando procesos previamente dependientes de la interpretación manual (18,19).

No obstante, la evidencia disponible continúa siendo insuficiente para establecer la robustez y reproducibilidad de estas herramientas en escenarios clínicos reales, debido a la limitada validación externa, la heterogeneidad de los conjuntos de datos utilizados para su entrenamiento y la escasez de estudios prospectivos que evalúen su impacto sobre los desenlaces clínicos (18,19).

Validación externa e integración clínica

A pesar de los resultados prometedores reportados por los estudios analizados, persisten importantes limitaciones metodológicas que dificultan la generalización de sus hallazgos. Entre las más frecuentes destacan la falta de estandarización de los protocolos de adquisición y procesamiento de imágenes, la variabilidad en los criterios de etiquetado de las bases de datos, la escasez de estudios multicéntricos que incluyan poblaciones con mayor diversidad demográfica y tecnológica, así como la limitada validación externa de varios de los modelos desarrollados (13,20).

Discusión

Los resultados descritos permiten comprender que la IA ha alcanzado un papel relevante en el diagnóstico precoz del cáncer de mama, consolidándose como un recurso de apoyo clínico que refuerza la precisión, la eficiencia y la objetividad del proceso diagnóstico. Los algoritmos basados en redes neuronales convolucionales (CNN) y modelos de deep learning han mostrado capacidad para procesar grandes volúmenes de información radiológica y reconocer patrones de difícil identificación visual, lo que contribuye a la detección temprana de lesiones malignas (21).

Los estudios analizados sugieren que el uso de CNN optimizadas y estrategias de transfer learning mejora la sensibilidad diagnóstica y reduce la variabilidad interobservador, aportando una posible solución a limitaciones conocidas de la interpretación radiológica tradicional. Estos algoritmos parecen adaptarse a distintas poblaciones y calidades de imagen, aunque esta capacidad de generalización requiere mayor confirmación empírica en estudios prospectivos y multicéntricos (22).

La distribución de la evidencia revisada concentrada mayoritariamente en mamografía digital (60 %) frente a ecografía (24 %) y resonancia magnética (16 %)— no debe interpretarse como un reflejo del valor clínico relativo de cada modalidad, sino de la disponibilidad de infraestructura de datos para el entrenamiento de algoritmos. La mamografía cuenta con bases de datos públicas de gran tamaño y ampliamente estandarizadas (como DDSM e INbreast), que han facilitado el desarrollo y la validación comparativa de modelos de IA. En contraste, la ecografía y la resonancia magnética carecen de repositorios masivos y estandarizados equivalentes, lo que limita el volumen de investigación disponible y podría estar retrasando el desarrollo de algoritmos robustos para estas modalidades, pese a su relevancia clínica particular en mamas densas y en pacientes de alto riesgo (24).

La evidencia revisada indica que la IA resulta particularmente útil cuando se integra con la interpretación del radiólogo, especialmente en mamas densas, donde las lesiones pueden pasar desapercibidas debido al solapamiento del tejido glandular. Los hallazgos de los modelos híbridos IA-radiólogo superaron de manera consistente a la interpretación humana aislada en los estudios revisados, lo que sugiere una complementariedad entre la pericia médica y el análisis automatizado (22), más que una sustitución de esta.

En la misma línea, Zhang et al. (16) y Wang et al. (6) reportaron que el uso de deep learning en mamografía digital se asoció con una reducción de la tasa de falsos positivos, un aspecto clínicamente relevante porque puede evitar procedimientos

invasivos innecesarios y disminuir la ansiedad asociada al proceso diagnóstico. A diferencia de los sistemas tradicionales de detección asistida por computadora (CAD), cuyo rendimiento dependía en gran medida de la segmentación manual, los modelos actuales integran características espaciales y morfológicas de la lesión de forma más autónoma (23).

Más allá de la detección, la evidencia sobre el valor pronóstico y terapéutico de la IA es todavía limitada y debe interpretarse con cautela. El propio estudio de Schaffter et al. (10), con frecuencia citado como ejemplo de alto desempeño, ilustra en realidad las limitaciones actuales de los sistemas independientes: en su comparación con benchmarks de radiólogos comunitarios en Estados Unidos y Suecia, ningún algoritmo individual superó de forma consistente el desempeño de los radiólogos, y la incorporación de datos clínicos y demográficos adicionales no mejoró significativamente el rendimiento de los algoritmos. Únicamente el modelo combinado IA-radiólogo alcanzó un desempeño superior, con un AUC cercano a 0,94.

Este hallazgo refuerza la idea, ya señalada en esta discusión, de que el valor actual de la IA reside principalmente en su rol complementario y no en su desempeño autónomo. En una línea distinta, los resultados de Liao et al. (11) respecto a la integración de datos clínicos e imagen de ultrasonido, superior a los modelos unimodales, apuntan hacia una dirección prometedora para la investigación futura sobre modelos multimodales, aunque esta evidencia proviene todavía de estudios individuales que requieren confirmación en cohortes independientes antes de extrapolarse a aplicaciones pronósticas o terapéuticas.

Un aspecto que la evidencia identifica como barrera crítica para la adopción clínica es la limitada robustez externa de los modelos. Freeman et al. (13) señalan que los algoritmos entrenados en bases de datos relativamente homogéneas pueden tener un desempeño distinto cuando se aplican a poblaciones con mayor diversidad demográfica, lo cual plantea un riesgo de sesgo algorítmico que debe evaluarse explícitamente antes de su implementación generalizada. En la misma línea, la evidencia de implementación en entornos reales, como la reportada por Letter et al. (22) en tomosíntesis digital durante un año de uso clínico, sugiere que los beneficios observados en estudios controlados pueden mantenerse solo parcialmente en la práctica habitual, lo que subraya la importancia de estudios de implementación además de los estudios de validación diagnóstica inicial.

Una de las razones detrás de esta débil robustez externa tiene que ver con el tipo de diseño predominante en los estudios incluidos: la mayoría corresponde a diseños retrospectivos, mientras que los ensayos prospectivos controlados siguen siendo escasos. A esto se suma que muchos de estos modelos se entrenaron sobre repositorios de imágenes relativamente homogéneos, lo que favorece el sobreajuste: el algoritmo termina aprendiendo particularidades del conjunto de datos con el que fue entrenado como el tipo de equipo utilizado o las características de la población representa dan en lugar de patrones verdaderamente generalizables.

Esto explica en buena medida por qué, al someterse a procesos de validación externa, varios de estos modelos muestran una caída notable en su rendimiento diagnóstico, tal como documentan Freeman et al. (13) y Branco et al. (18). En conjunto, estos hallazgos respaldan la necesidad de trabajar con conjuntos de entrenamiento más diversos y de establecer protocolos de validación multicéntrica antes de considerar su implementación en la práctica clínica generalizada.

A este desafío técnico se suma una dimensión ética señalada por Martínez Molina (9): la limitada interpretabilidad de las decisiones automatizadas. La progresiva incorporación de enfoques de "IA explicable", mediante técnicas de mapas de activación que permitan visualizar las regiones de la imagen que sustentan cada clasificación algorítmica, podría facilitar que el personal clínico audite el razonamiento del modelo, lo que resulta relevante tanto para la responsabilidad médica como para la seguridad del paciente.

En conjunto, la evidencia disponible no respalda la sustitución del radiólogo por sistemas de IA, sino un modelo colaborativo en el que la inteligencia artificial asiste al profesional de la salud sin reemplazar su juicio clínico (14). Esta sinergia combina la capacidad de procesamiento del algoritmo con la experiencia interpretativa y el razonamiento ético del médico, y constituye la orientación predominante en la literatura reciente sobre integración clínica de la IA en imagenología mamaria.

Desde una perspectiva de sistemas de salud, el uso de la IA podría contribuir a optimizar la organización de los programas de tamizaje y a mejorar el acceso a servicios diagnósticos en regiones con escasez de especialistas, aunque esta posibilidad debe entenderse como una proyección razonable a partir de la evidencia disponible, y no como un resultado ya demostrado a gran escala. Alcanzar ese objetivo requeriría protocolos de validación continua, formación profesional en tecnologías emergentes y políticas de uso ético definidas (24,25).

Conclusiones

La evidencia revisada respalda a la inteligencia artificial como una herramienta de apoyo eficaz en el diagnóstico precoz del cáncer de mama, con capacidad para incrementar la sensibilidad y la especificidad de las técnicas de imagenología cuando se emplea de forma complementaria a la interpretación radiológica. Los algoritmos de aprendizaje profundo, en particular las redes neuronales convolucionales, han obtenido resultados comparables a los de radiólogos experimentados en la detección de microcalcificaciones y lesiones tempranas; sin embargo, la evidencia disponible favorece un modelo de colaboración entre IA y radiólogo, y no permite concluir que la tecnología deba reemplazar el criterio clínico humano.

Persisten limitaciones relevantes que restringen su aplicación generalizada, entre ellas la falta de estandarización de las bases de datos empleadas para el entrenamiento, la escasa validación externa multicéntrica y la limitada interpretabilidad de los algoritmos, factores que introducen incertidumbre en la toma de decisiones clínicas basadas en estos sistemas.

La integración de la IA en los sistemas hospitalarios requiere capacitación profesional específica, marcos éticos claros y una regulación adecuada que garantice la privacidad y la seguridad de los datos de los pacientes. La tecnología debe concebirse como un complemento al juicio clínico humano, no como un sustituto de este.

Se recomienda impulsar investigaciones multicéntricas y prospectivas que permitan validar estos modelos en poblaciones diversas, así como avanzar hacia marcos de "IA explicable" que faciliten su auditoría clínica. La convergencia entre el conocimiento médico y la tecnología inteligente representa un paso relevante hacia una detección más temprana y precisa del cáncer de mama, siempre que su desarrollo se sustente en principios de transparencia, equidad y evidencia científica sólida.

Declaración sobre el uso de Inteligencia Artificial

Los autores declaran que se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa exclusivamente como apoyo en la traducción del resumen y las palabras clave al idioma inglés, y en la revisión de estilo y gramática del manuscrito en español. El diseño del estudio, la búsqueda y selección de la literatura, el análisis crítico de los estudios incluidos, la interpretación de los resultados y las conclusiones son responsabilidad exclusiva de los autores, quienes revisaron y validaron la totalidad del contenido generado con dicho apoyo.

Conflicto de intereses

Se declara que ninguno de los autores presenta algún conflicto de interés relacionado con el presente artículo.

Declaración de originalidad

Los autores declaran que el presente manuscrito corresponde a un trabajo original e inédito, no publicado previamente ni sometido de forma simultánea a evaluación en otra revista científica.

Financiamiento

La publicación no contó con ninguna fuente de financiamiento

Referencias

1. Bula Pavía GJ, García Dávila EA, Castillo de la Espriella LC. Modelo de inteligencia artificial para el diagnóstico asistido del cáncer de mama: un enfoque basado en redes neuronales [Internet]. 2025 [citado 2025 dic 14]. Disponible en: https://doi.org/10645/1338

2. Moreno D. Uso de herramientas con inteligencia artificial para la interpretación de imágenes obtenidas por mastografía [tesis de especialidad]. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí; 2025 [citado 2025 dic 14]. Disponible en: https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/9419

3. Al-Karawi D, Al-Zaidi S, Helael KA, Obeidat N, Mouhsen AM, Ajam T, et al. A review of artificial intelligence in breast imaging.

Tomography. 2024;10(5):705-26. Disponible en: https://doi.org/10.3390/tomography10050055

4. Dave D, Akhunzada A, Ivković N, Gyawali S, Cengiz K, Ahmed A, et al. Diagnostic test accuracy of AI-assisted mammography for breast imaging: a narrative review. PeerJ Comput Sci. 2025;11:e2476. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40062243/

5. Ruiz K. Contribución de la implementación de inteligencia artificial para el diagnóstico precoz del cáncer de mama [tesis de grado]. Quito: Universidad Central del Ecuador; 2021 [citado 2025 dic 14]. Disponible en: https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/081b554c-d058-45eb-b346-d8c497ba5908

6. Wang L. Mammography with deep learning for breast cancer detection. Front Oncol. 2024;14:1281922. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38410114/

7. Lehman CD, Mercaldo S, Lamb LR, King TA, Ellisen LW, Specht M, et al. Deep learning vs traditional breast cancer risk models to support risk-based mammography screening. J Natl Cancer Inst. 2022;114(10):1355-63. Disponible en: https://doi.org/10.1093/jnci/djac142

8. Taylor CR, Monga N, Johnson C, Hawley JR, Patel M. Artificial intelligence applications in breast imaging: current status and future directions. Diagnostics. 2023;13(12). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37370936/

9. Martínez Molina OA. Implicaciones éticas de la inteligencia artificial: desarrollo, impacto y desafíos en la sociedad actual. Rev Sci. 2025;10(Ed. Esp. 1):10-24. Disponible en: https://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/article/view/700

10. Schaffter T, Buist DSM, Lee CI, Nikulin Y, Ribli D, Guan Y, et al. Evaluation of combined artificial intelligence and radiologist assessment to interpret screening mammograms. JAMA Netw Open. 2020;3(3):e200265. Disponible en: https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.0265

11. Liao J, Gui Y, Li Z, Deng Z, Han X, Tian H, et al. Artificial intelligence-assisted ultrasound image analysis to discriminate early breast cancer in Chinese population: a retrospective, multicentre, cohort study. eClinicalMedicine. 2023;60. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.102001

12. Yoon JH, Strand F, Baltzer PAT, Conant EF, Gilbert FJ, Lehman CD, et al. Standalone AI for breast cancer detection at screening digital mammography and digital breast tomosynthesis: a systematic review and meta-analysis. Radiology. 2023;307(5):e222639. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37219445/

13. Freeman K, Geppert J, Stinton C, Todkill D, Johnson S, Clarke A, et al. Use of artificial intelligence for mammographic image analysis in breast cancer screening: rapid review and evidence map [Internet]. Londres: UK National Screening Committee; 2022 [citado 2025 dic 14]. Disponible en: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6217bac58fa8f54916f45f51/UK_NSC_evidence_summary_-_the_use_of_AI_for_mammographic_image_analysis_in_breast_cancer_screening.pdf

14. Pérez Arias JE, Hernández Serpa D. Sistema web IA para detección y seguimiento del cáncer de mama [Internet]. Medellín: Tecnológico de Antioquia; 2024. Disponible en: https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/5638

15. Ramos NOA, Aguilera L, Castellano SAV, Dugarte DD, Cuauro RPA, Cárdenas MAC. Optimización de diagnósticos de imágenes mamográficas utilizando inteligencia artificial. Rev Cent Clin Univ Sagrada Fam. 2024;2(2):24-8. Disponible en: https://bit.ly/4qePX9X

16. Zhang H, Lin F, Zheng T, Gao J, Wang Z, Zhang K, et al. Artificial intelligence-based classification of breast lesion from contrast enhanced mammography: a multicenter study. Int J Surg. 2024;110(5):2593-603. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38748500/

17. Bayón Yusta JC, Galnares Cordero L, Gutiérrez Ibarluzea I. Inteligencia artificial en el programa de cribado de cáncer de mama [Internet]. Vitoria-Gasteiz: OSTEBA; 2024. Informe E-24-09. Disponible en: https://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/osteba_publicacion/eu_def/adjuntos/E-24-09-Inteligencia-Artificial-cancer-mama.pdf

18. Branco PESC, Franco AHS, de Oliveira AP, Carneiro IMC, de Carvalho LMC, de Souza JIN, et al. Artificial intelligence in mammography: a systematic review of the external validation. Rev Bras Ginecol Obstet. 2024;46. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11460423/

19. Castillo Y. Detección de cáncer en mamografías mediante técnicas de inteligencia artificial [trabajo de fin de grado]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2022 [citado 2025 dic 14]. Disponible en: https://oa.upm.es/69938/
20. You C, Shen Y, Sun S, Zhou J, Li J, Su G, et al. Artificial intelligence in breast imaging: current situation and clinical challenges. Exploration. 2023;3(5):20230007. Disponible en: https://doi.org/10.1002/EXP.20230007
21. Vedantham S, Shazeeb MS, Chiang A, Vijayaraghavan GR. Artificial intelligence in breast X-ray imaging. Semin Ultrasound CT MRI. 2023;44(1):2-7. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0887217122000993
22. Letter H, Peratikos M, Toledano A, Hoffmeister J, Nishikawa R, Conant E, et al. Use of artificial intelligence for digital breast tomosynthesis screening: a preliminary real-world experience. J Breast Imaging. 2023;5(3):258-66. Disponible en: https://doi.org/10.1093/jbi/wbad015
23. Mora Morales M. Implementación de modelos de inteligencia artificial para el cálculo de densidad mamaria en imágenes de mamografía [Internet]. Medellín: Universidad de Antioquia; 2024 [citado 2025 dic]. Disponible en: https://hdl.handle.net/10495/3891
24. Cortés Zmutt F. Diseño y construcción de una base de datos científica para entrenamiento y validación de algoritmos de inteligencia artificial aplicados a mamografías [trabajo final de bioingeniería]. San Juan: Universidad Nacional de San Juan; 2024 [citado 2025 dic 14]. Disponible en: http://huru.unsj.edu.ar/handle/123456789/574
25. Bojnordi T, Pourali S, Haghighat F, Rad F, Padash Y, Sharafkhah A. Breast cancer detection algorithms: a comparative review of leading artificial intelligence models. Infosci Trends. 2025;2:57-77.