

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE MEDICINA

“USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO DE CANCER DE MAMA”

Requisito previo para optar por el Título de Medico

Modalidad: Artículo Científico

Autor: Montero Cadena, Kléver David

Tutora: Dra. Esp. Silva Acosta, Jissela Del Carmen

Ambato – Ecuador

Septiembre, 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Artículo Científico sobre el tema:

“USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO DE CANCER DE MAMA” desarrollado por Montero Cadena Kléver David, estudiante de la Carrera de Medicina, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, septiembre del 2025

LA TUTORA

Firmado electrónicamente por:
JISSELA DEL CARMEN SILVA ACOSTA
Validar únicamente con FirmaEC

Silva Acosta, Jissela Del Carmen

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo de Revisión “**USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO DE CANCER DE MAMA**”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos

Ambato, septiembre del 2025

EL AUTOR



Montero Cadena, Kléver David

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Dr. Esp. Silva Acosta Jissela Del Carmen con CC: 1803749199 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO DE CANCER DE MAMA**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, septiembre 2025



.....

Silva Acosta Jissela Del Carmen

CC: 1803749199

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Montero Cadena Kléver David con cedula de identidad N° 1805120753 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO DE CANCER DE MAMA**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, septiembre 2025



.....

Montero Cadena Kléver David

C.C 1805120753

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban en el informe del Proyecto de Investigación: "**USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO DE CANCER DE MAMA**", de Montero Cadena Kléver David, estudiante de la Carrera de Medicina.

Ambato, septiembre 2025

Para su constancia firma

……

Presidente

...…… ..…….

1er Vocal 2 do Vocal

Ciencia Latina
Revista Multidisciplinar

Fecha: 10/06/2025

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea)
Asociación Latinoamérica para el Avance de las Ciencias, ALAC
Editorial
Ciudad de México, México
Código postal 06000

CERTIFICADO DE APROBACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Por la presente se certifica que el artículo titulado:

Uso de la inteligencia artificial en el diagnóstico de cáncer de mama

de los autores:

Kléver David Montero-Cadena
Jissela Del Carmen Silva-Acosta

Ha sido
Arbitrado por pares Académicos mediante el sistema doble ciego y aprobado para su publicación.
El artículo será publicado en la edición Mayo-Junio, 2025,
Volumen 9, Número 3.

Verificable en nuestra plataforma: http://ciencialatina.org/

Dr. Francisco Hernández García,
Editor en Jefe
Para consultas puede contactar directamente al editor de la revista editor@ciencialatina.org
o al correo: postulaciones@ciencialatina.org

DEDICATORIA

A Dios, por ser guía silenciosa y fuente de fortaleza en cada paso de este camino.
A mi querido padre Kléver, cuya memoria me acompaña y me motiva desde el cielo.
A mi madre Mariana, por su amor incondicional y su paciencia infinita.
A mi hermana Michelle, por su ejemplo constante y su apoyo incesante.
A mi hermano Mateo, por recordarme siempre la alegría y la esperanza.
A mi mejor amigo Gilberto, por su lealtad y sus palabras de aliento.
A mi pareja Joselyn, por su compañía y cariño incondicional.
A mis profesores, por sembrar conocimiento y vocación a lo largo de mi formación universitaria.
A mis amigos, por la complicidad y el respaldo permanente durante este viaje.
Con gratitud y admiración,

David Montero

AGRADECIMIENTO

A mi Alma Mater, la Universidad Técnica de Ambato, a la Facultad de Ciencias de la Salud, por brindarme el marco académico y los recursos necesarios para la realización de este trabajo.

A la Dra. Jissela Silva, tutora de este proyecto, por su guía experta, su exigencia formativa y su disponibilidad permanente para resolver cada duda.

Al Hospital General Docente Ambato, casa de docencia donde me formé durante la realización de este artículo.

A mis compañeros y amigos Lissette, Estefanía, Erick, Mishelle, Josafat y Jailene, por las jornadas de estudio compartidas y el ánimo mutuo en momentos decisivos.

A mi familia, por su respaldo inquebrantable y por alentarme a perseguir mis metas con perseverancia y optimismo.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, aportaron ideas, tiempo o aliento a lo largo de esta investigación. Su contribución ha sido fundamental para alcanzar este logro.

Con sincera gratitud,

David Montero

“USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DIAGNÓSTICO DE CÁNCER DE MAMA”

RESUMEN

Introducción: El cáncer de mama es la neoplasia más común en mujeres a nivel mundial. La inteligencia artificial ha surgido como una herramienta prometedora para mejorar el diagnóstico precoz y la precisión clínica. **Objetivo:** analizar la utilidad de la inteligencia artificial en el diagnóstico de cáncer de mama, abordando su aplicación en diversas técnicas de imagen mediante una revisión exhaustiva de literatura científica actualizada y de relevancia. **Metodología:** se realizó una revisión narrativa, consultando artículos publicados entre los años 2020 y 2025 en bases de datos científicas reconocidas como PubMed, Scopus, ScienceDirect, SciELO, Springer Link y DynaMed. Se aplicaron estrategias de búsqueda con términos MeSH y DeCS en inglés y español, combinados mediante operadores booleanos. Tras aplicar criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, se seleccionaron los estudios relevantes que abordaban el uso de inteligencia artificial en ultrasonido, mamografía, resonancia magnética e histopatología. **Resultados:** se evidenció que la integración de modelos de aprendizaje automático y profundo ha permitido mejorar significativamente la sensibilidad y especificidad diagnóstica en cada una de estas técnicas, disminuyendo la tasa de falsos positivos y la necesidad de procedimientos invasivos como biopsias innecesarias. **Conclusiones:** la inteligencia artificial se posiciona como una herramienta complementaria que no reemplaza al médico, pero sí mejora la calidad del diagnóstico, reduce la variabilidad entre observadores, optimiza los tiempos de análisis y facilita una toma de decisiones médicas más objetiva, eficiente y personalizada. Su aplicación responsable, validada y éticamente regulada promete transformar el abordaje clínico del cáncer de mama en los próximos años.

PALABRAS CLAVES: CÁNCER DE MAMA; DIAGNÓSTICO PRECOZ; INTELIGENCIA ARTIFICIAL; APRENDIZAJE PROFUNDO.

“USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIAGNOSIS OF BREAST CANCER”

ABSTRACT

Introduction: Breast cancer is the most common neoplasm in women worldwide. Artificial intelligence has emerged as a promising tool to improve early diagnosis and clinical accuracy. **Objective:** To analyze the usefulness of artificial intelligence in the diagnosis of breast cancer, addressing its application in various imaging techniques through a comprehensive review of updated and relevant scientific literature. **Methodology**: A narrative review was conducted, consulting articles published between 2020 and 2025 in well-recognized scientific databases such as PubMed, Scopus, ScienceDirect, SciELO, Springer Link, and DynaMed. Search strategies were applied using MeSH and DeCS terms in English and Spanish, combined with Boolean operators. After applying previously defined inclusion and exclusion criteria, the relevant studies addressing the use of artificial intelligence in ultrasound, mammography, magnetic resonance imaging, and histopathology were selected. **Results:** Evidence showed that the integration of machine learning and deep learning models has significantly improved diagnostic sensitivity and specificity in each of these techniques, reducing false-positive rates and the need for invasive procedures such as unnecessary biopsies. **Conclusions:** Artificial intelligence is positioned as a complementary tool that does not replace physicians but enhances diagnostic quality, reduces inter-observer variability, optimizes analysis time, and facilitates more objective, efficient, and personalized medical decision-making. Its responsible, validated, and ethically regulated application promises to transform the clinical approach to breast cancer in the coming years.

KEYWORDS: BREAST CANCER; EARLY DIAGNOSIS; ARTIFICIAL INTELLIGENCE; DEEP LEARNING.

INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama representa un problema de salud en el ámbito mundial, para 2022 se constituye como segundo tipo de cáncer diagnosticado con mayor asiduidad, solo superado por el cáncer de pulmón, cada año se presentan aproximadamente 2,3 millones de casos nuevos lo que corresponde a un 11,5% de todos los casos de cáncer. Alcanza el cuarto lugar en letalidad global con 666 103 muertes en su haber. En mujeres, es el cáncer más diagnosticado apareciendo en 1 de cada 4 casos y es el motivo principal de muerte, 1 de cada 6 muertes debido a neoplasias (Sung et al., 2021) (Global Cancer Observatory - BREAST - WHO, s. f.).

Según el Observatorio Global de Cáncer, en América Latina y el Caribe (ALC) la incidencia de cáncer de mama corresponde a 58,4 casos por cada 100 000 personas; a la par de una mortalidad 13,7 por cada 100 000 personas, lo que ubica a ALC en un cuarto puesto en impacto epidemiológico con respecto al resto de continentes (World International Health Organization WHO, s. f.).

En Ecuador, según la Sociedad de lucha contra el cáncer (SOLCA) núcleo Quito, el riesgo de desarrollar cáncer de mama es 38,2 casos por cada 100 000 mujeres, lo que lo sitúa en una posición intermedia baja frente a otros países. En lo que corresponde al riesgo de mortalidad, encontramos un 10,9 por cada 100 000 mujeres, que en el contexto global se corresponde con un riesgo bajo. En Quito, la capital del país, se ha evidenciado un aumento sostenido de casos a razón de 1,9% por año a partir del año 1985. El boletín epidemiológico emitido por SOLCA Núcleo de Quito menciona que para 2017 el cáncer de mama se ubicó como el segundo cáncer más frecuente con una tasa de incidencia de 47 casos por cada 100 000 mujeres, solo detrás del cáncer de tiroides (DR. JORGE, s. f.; Villavicencio, 2023). Situación similar a la que sucede en Guayaquil la ciudad más grande del país donde la tasa de mortalidad ha mostrado una tendencia alcista en el periodo de 2008 -2017. En menores de 75 años, la tasa de mortalidad por cada 100 000 mujeres es de 3,57 en el 2008, 4,52 en 2011, 4,72 en 2014 y 5,85 en 2017 (Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador et al., s. f.).

El apogeo de la inteligencia artificial (IA) en la actualidad ha provocado cambios drásticos en lo que corresponde al ámbito de la radiología y técnicas de imagen,

generando así una nueva herramienta a tener en cuenta para el diagnóstico del cáncer de mama. Su beneficio radica en la alta especificidad de los hallazgos, particularmente en estadios tempranos de la enfermedad, de este modo, convirtiéndose en una segunda opinión para la interpretación de los radiólogos. La aplicación de la IA tiene un efecto transformador en el diagnóstico precoz y subsecuente tratamiento del cáncer de mama (Almarri et al., 2024) (Wong et al., 2020).

Este artículo de revisión tiene por objetivo establecer la utilidad del uso de la IA en el diagnóstico de cáncer de mama, mediante el análisis exhaustivo de literatura actualizada, en estudios publicados en revistas de alto impacto.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica narrativa con el objetivo de analizar la aplicación de la IA en el diagnóstico del cáncer de mama. La búsqueda se llevó a cabo entre septiembre de 2024 y marzo de 2025, abarcando literatura científica publicada entre los años 2020 y 2025.

Las bases de datos consultadas fueron: PubMed, Scopus, ScienceDirect, SciELO, Springer Link y DynaMed. Se emplearon términos MeSH y DeCS en inglés y español, combinados mediante operadores booleanos como “Artificial Intelligence” AND “Breast Cancer Diagnosis”, “Machine Learning” AND “Breast Imaging”, “Digital Pathology” AND “Deep Learning”, entre otros relacionados.

Criterios de inclusión:

Artículos científicos originales, revisiones bibliográficas, revisiones sistemáticas, estudios de cohorte y metaanálisis. Publicaciones en idioma inglés o español. Estudios publicados entre 2020 y 2025. Acceso libre o institucional al texto completo. Artículos centrados en el uso de IA en técnicas diagnósticas como ultrasonido, mamografía, resonancia magnética o histopatología digital.

Criterios de exclusión:

Se excluyeron del análisis aquellos artículos que resultaron duplicados entre las distintas bases de datos consultadas, así como “preprints” sin revisión por pares, editoriales, cartas al editor y resúmenes sin acceso al texto completo. También se descartaron publicaciones que abordaban exclusivamente aspectos terapéuticos, pronósticos o preventivos sin relación directa con el diagnóstico del cáncer de mama. Además, fueron eliminados los estudios con aplicaciones

experimentales de inteligencia artificial que no contaban con validación clínica o no incluían resultados cuantitativos. Finalmente, se excluyeron documentos institucionales, boletines epidemiológicos y fuentes no científicas, los cuales únicamente fueron considerados como material de referencia contextual.

DISCUSIÓN

En el abordaje diagnóstico del cáncer de mama, existen diversas herramientas imagenológicas que cumplen un rol fundamental en la detección temprana y caracterización de las lesiones. Cada una de estas técnicas como el ultrasonido, la mamografía, la resonancia magnética y la histopatología posee fortalezas y limitaciones específicas, tanto en términos de sensibilidad y especificidad como en su aplicabilidad y accesibilidad, estas serán descritas a lo largo del documento de revisión.

Mamografía

La mamografía continúa siendo el pilar principal en la detección precoz del cáncer de mama a nivel mundial. No obstante, las limitaciones inherentes a este método, especialmente en mujeres con mamas densas o en estadios muy tempranos de la enfermedad, han impulsado la integración de herramientas de IA como soporte para mejorar la precisión diagnóstica (Chang et al., 2025). Estudios recientes han demostrado que la IA puede desempeñar un rol fundamental como lector secundario en programas de tamizaje poblacional, logrando reducir la carga de trabajo de los radiólogos sin comprometer la sensibilidad diagnóstica. En un estudio prospectivo multicéntrico realizado en Corea del Sur, Kim et al. evidenciaron que el uso de un sistema de IA mejoró significativamente el rendimiento diagnóstico en comparación con los radiólogos sin asistencia, logrando un área bajo la curva (AUC) de 0.924, además de reducir los falsos negativos en lesiones pequeñas y de difícil interpretación (Chang et al., 2025).

De manera similar, un estudio a nivel nacional realizado en Reino Unido y publicado por Wu et al. evaluó la implementación real de IA en un programa poblacional de detección de cáncer de mama. Los resultados demostraron un aumento del 17.6% en la tasa de detección de cáncer, sin incrementos en las tasas de falsos positivos, lo que sugiere que los sistemas automatizados pueden detectar hallazgos sutiles que podrían pasar desapercibidos en la lectura convencional (Eisemann et al., 2025).

Asimismo, Rodríguez-Ruiz et al. reportaron que los radiólogos asistidos por IA mantuvieron o incluso mejoraron su precisión diagnóstica al reducir hasta en un 30% la cantidad de estudios que requerían segunda lectura, preservando al mismo tiempo los estándares de calidad diagnóstica. Este enfoque no solo mejora la eficiencia del sistema, sino que también permite optimizar los recursos en contextos con alta demanda o escasez de especialistas (Suri, 2024).

La evidencia respalda el uso de la IA como una herramienta complementaria y robusta en el contexto de la mamografía, capaz de mejorar la detección temprana del cáncer de mama, reducir la variabilidad interobservador y fortalecer la capacidad diagnóstica en entornos con limitaciones de personal o recursos tecnológicos.

Resonancia Magnética

La resonancia magnética de mama (RM) representa una de las técnicas más sensibles para la detección del cáncer de mama, especialmente en mujeres con alto riesgo, tejido mamario denso o lesiones no visualizadas por mamografía o ecografía. No obstante, su interpretación requiere alta experticia, puede ser sujeta a variabilidad interobservador, y suele estar limitada por el elevado costo y tiempo de análisis. En este contexto, la IA se ha presentado como una solución prometedora para optimizar su uso clínico. Jiang et al. evaluaron la aplicación de modelos de aprendizaje profundo en RM, demostrando que la IA mejoró significativamente la capacidad diagnóstica para diferenciar lesiones benignas de malignas. En su estudio, los radiólogos asistidos por IA aumentaron su precisión en la clasificación BI-RADS, con una mejora del 9% en la sensibilidad sin comprometer la especificidad. Estos hallazgos sugieren que los algoritmos pueden funcionar como asistentes confiables en la práctica clínica, especialmente en contextos de alta carga de trabajo (Jiang et al., 2021).

En línea con esto, Giger et al. desarrollaron un modelo de IA entrenado con imágenes multiparamétricas de RM que no solo ayudó en la detección tumoral, sino que también ofreció predicciones sobre la agresividad del tumor y posibles respuestas al tratamiento. La IA permitió una evaluación más uniforme, reduciendo errores derivados de la subjetividad humana y mejorando la precisión en lesiones de difícil interpretación, como aquellas con realce no masa (Witowski et al., 2022).

Por su parte, un estudio publicado recientemente en European Radiology,

confirmó que los modelos de “deep learning” aplicados a RM pueden alcanzar niveles de rendimiento similares o superiores a los de radiólogos expertos. Los investigadores reportaron una sensibilidad del 94% y un área bajo la curva (AUC) de 0.91, destacando la utilidad de estos sistemas en la detección automatizada de lesiones, especialmente en contextos de tamizaje individualizado basado en el riesgo (Abdullah et al., 2025).

En conjunto, estos estudios respaldan el uso de IA como una herramienta complementaria que potencia las capacidades diagnósticas de la RM, reduciendo la carga interpretativa del especialista y promoviendo un abordaje más preciso, rápido y personalizado en el diagnóstico del cáncer de mama.

Ultrasonido

El ultrasonido o ecografía de mama constituye una de las herramientas más empleadas para el diagnóstico del cáncer de mama, y ha experimentado avances significativos gracias al desarrollo de tecnologías basadas en IA. Se trata de una técnica operador-dependiente, lo que implica una elevada variabilidad interobservador; sin embargo, su bajo costo, disponibilidad amplia y capacidad de caracterización de lesiones la posicionan como un examen de primera línea, especialmente en entornos con recursos limitados (Mahant & Varma, 2022).

El uso de IA ha permitido mejoras notables en la identificación, caracterización y clasificación de las lesiones mamarias, contribuyendo incluso a la emisión de recomendaciones de manejo personalizadas según el tipo de hallazgo. Estas tecnologías buscan compensar las limitaciones inherentes del ultrasonido convencional, entre ellas la baja especificidad, el bajo valor predictivo positivo y la dependencia del operador (Brot & Mango, 2023).

Un ejemplo de esta integración tecnológica lo presentó Ciritsis et al., quienes utilizaron una red neuronal convolucional profunda para clasificar imágenes ecográficas en las categorías BI-RADS 3-4 y 4-5. Su modelo alcanzó una precisión del 93,1%, superando ligeramente el rendimiento de los radiólogos, que fue del 91,65%, con resultados comparables a los de una toma de decisiones humanas informadas (Mahant & Varma, 2022).

La interpretación de ultrasonidos sigue siendo compleja debido a la multiplicidad de características morfológicas a evaluar: tamaño, forma, márgenes, ecogenicidad, orientación, y características acústicas posteriores, lo que puede

conllevar a indicaciones innecesarias de biopsias. No obstante, estudios como el de Brunetti et al. muestran que la IA puede reducir estas intervenciones hasta en un 23,7%, al detectar patrones sutiles que escapan al ojo humano, con un impacto particular en lesiones clasificadas como BI-RADS 4 (Brunetti et al., 2023). Complementando este hallazgo, Shen et al. reportaron una reducción de falsos positivos del 37,3% y una disminución en la solicitud de biopsias del 27,8%, sin comprometer la sensibilidad diagnóstica.

Actualmente, la Food and Drug Administration (FDA) ha aprobado el uso clínico de varias aplicaciones basadas en IA para el análisis automatizado de imágenes ecográficas mamarias. Esta aprobación es especialmente relevante para regiones de bajos y medianos ingresos, donde la escasez de radiólogos limita el acceso al diagnóstico oportuno. Además, se estima que el uso de estas herramientas puede reducir en un 40% el tiempo de interpretación por estudio (Brunetti et al., 2023). Todo lo anterior refuerza el papel de la IA como un tema emergente en radiología diagnóstica, que además abre la puerta hacia un modelo de medicina personalizada.

Histopatología

La histopatología continúa siendo uno de los pilares fundamentales para el diagnóstico definitivo del cáncer de mama. En este contexto, la IA ha demostrado ser una herramienta prometedora, especialmente por su capacidad de integrarse al análisis digital de láminas histológicas, permitiendo una evaluación más rápida, precisa y reproducible.

Uno de los principales aportes de la IA radica en su capacidad para caracterizar con alta precisión las estructuras tisulares del tejido mamario. Gracias a algoritmos de aprendizaje profundo, los modelos pueden ser entrenados de forma continua para identificar patrones celulares anómalos, bordes tumorales, y áreas con figuras mitóticas; tareas que habitualmente exigen un alto grado de experiencia por parte del patólogo humano. En el estudio de Ibrahim et al., se menciona que la IA permite además una caracterización detallada capa por capa de los tumores mamarios invasivos, asistiendo así tanto en el diagnóstico como en el pronóstico de la enfermedad (Ibrahim et al., 2020).

Un reto clásico en patología es la variabilidad interobservador, particularmente en la evaluación morfológica e inmunohistoquímica. Este fenómeno puede impactar la interpretación de biomarcadores clave como HER2, Ki-67 o los

receptores hormonales. La IA ha demostrado mejorar significativamente la tasa de consenso entre patólogos, al permitir una cuantificación automatizada y estandarizada de estos marcadores, disminuyendo la subjetividad y fortaleciendo la fiabilidad diagnóstica (Ibrahim et al., 2020).

Según la revisión de Soliman et al. (2024), la IA ya está siendo implementada en tareas específicas como el conteo de mitosis, la gradación tumoral, la evaluación de linfocitos infiltrantes tumorales (TILs), y la detección de micrometástasis en ganglios linfáticos. Estas tareas, tradicionalmente manuales, pueden ser optimizadas con algoritmos bien entrenados, mejorando tanto la eficiencia como la precisión diagnóstica (Soliman et al., 2024).

Complementando estos hallazgos, el estudio de Alotaibi et al., demostró que un modelo de clasificación basado en arquitecturas ViT-DeiT (transformadores de visión) alcanzó una precisión del 98.17% al clasificar imágenes histológicas de cáncer de mama en ocho clases distintas (cuatro benignas y cuatro malignas). Este resultado refleja el potencial real de los sistemas basados en IA para no solo igualar, sino incluso superar, la precisión diagnóstica humana en ciertas tareas específicas (Alotaibi et al., 2022).

En conjunto, estas evidencias consolidan el rol de la IA como una aliada estratégica para la histopatología moderna, optimizando procesos diagnósticos, reduciendo errores, y avanzando hacia una medicina más precisa y personalizada.

La aplicación de la IA en el diagnóstico del cáncer de mama ha generado avances significativos en múltiples modalidades, cada una con características propias, ventajas clínicas y limitaciones inherentes. A continuación, se presenta una comparación crítica de las principales técnicas diagnósticas analizadas en esta revisión.

El ultrasonido, ampliamente utilizado por su bajo costo, portabilidad y seguridad, se ve limitado por su alta dependencia del operador y la baja especificidad. La IA ha permitido reducir estos márgenes de error al introducir algoritmos de clasificación de imágenes que mejoran la caracterización de lesiones y reducen las tasas de falsos positivos y biopsias innecesarias. Según Mahant et al., el uso de IA puede disminuir el tiempo de interpretación en un 40% y mejorar la precisión de lectura en lesiones BI-RADS 4, alcanzando cifras de precisión del

93,1% (Mahant & Varma, 2022).

En el caso de la mamografía, modalidad considerada estándar en el tamizaje poblacional, los modelos basados en IA han demostrado un impacto clínico sustancial. Se ha reportado un aumento en la tasa de detección de cáncer de hasta un 17,6% sin elevar los falsos positivos, además de mejoras en el área bajo la curva (AUC) por encima de 0.92 (Chang et al., 2025; Eisemann et al., 2025). A diferencia del ultrasonido, la mamografía se beneficia aún más de la automatización, ya que permite una preselección automática de estudios normales, optimizando la carga de trabajo del radiólogo (Suri, 2024).

La resonancia magnética (RM), reconocida por su alta sensibilidad en la detección de lesiones en mamas densas o pacientes de alto riesgo, se beneficia de forma particular de la integración con IA. Esta permite la detección automatizada de lesiones y la predicción de agresividad tumoral con alta precisión. Estudios recientes han reportado mejoras en la AUC diagnóstica y en la interpretación de patrones complejos, como el realce no masa, gracias a algoritmos entrenados en grandes volúmenes de datos multiparamétricos (Abdullah et al., 2025; Jiang et al., 2021).

Finalmente, la histopatología digital, aunque no es una técnica de imagen diagnóstica inicial, se ha convertido en una plataforma crítica para el diagnóstico confirmatorio. La IA aplicada en esta área ha demostrado mejoras en la identificación de figuras mitóticas, cuantificación inmunohistoquímica y predicción de subtipos moleculares. Modelos como el ViT-DeiT han alcanzado una precisión diagnóstica del 98,17% en la clasificación automatizada de imágenes histológicas (Alotaibi et al., 2022).

En síntesis, cada modalidad se ve potenciada por la IA en aspectos distintos: el ultrasonido gana en accesibilidad y precisión básica, la mamografía en eficiencia poblacional, la resonancia magnética en exactitud avanzada y la histopatología en profundidad diagnóstica y pronóstica. El futuro del diagnóstico del cáncer de mama parece orientarse hacia un enfoque integrador, donde la IA actúe como eje transversal que complemente la labor médica, optimice recursos y eleve la calidad del abordaje clínico.

CONCLUSIONES

La IA representa una de las innovaciones más prometedoras en el campo del diagnóstico del cáncer de mama. Su integración en distintas técnicas diagnósticas, desde imágenes médicas como el ultrasonido, la mamografía y la resonancia magnética, hasta la histopatología digital, ha demostrado mejoras significativas en precisión, eficiencia y estandarización del proceso diagnóstico.

Los modelos de aprendizaje automático y profundo permiten una identificación más sensible y específica de las lesiones mamarias, disminuyendo la tasa de falsos positivos y optimizando el tiempo de análisis, especialmente en entornos con alta carga de trabajo o escasez de especialistas. Asimismo, la IA ha logrado reducir la variabilidad interobservador y facilitar la toma de decisiones clínicas más objetivas y basadas en datos cuantificables.

Cada técnica analizada ha demostrado beneficios específicos tras la integración de IA: el ultrasonido ha incrementado su precisión diagnóstica y contribuido a la reducción de biopsias innecesarias; la mamografía ha mejorado su tasa de detección en programas de tamizaje sin comprometer la especificidad; la resonancia magnética ha fortalecido su capacidad de evaluación en lesiones complejas, facilitando la estratificación del riesgo; y la histopatología digital ha evolucionado hacia un enfoque automatizado y predictivo, capaz de anticipar subtipos moleculares y pronósticos clínicos.

Pese a estos avances, la implementación de IA en la práctica clínica aún enfrenta retos importantes, como la validación externa de modelos, la necesidad de estandarización de bases de datos, y las consideraciones éticas relacionadas con la autonomía diagnóstica y la interpretación médica. No obstante, la tendencia global apunta a una adopción progresiva de estas tecnologías en los sistemas de salud, especialmente en escenarios que demandan eficiencia y precisión diagnóstica.

En conjunto, la IA no reemplaza al profesional médico, pero sí se posiciona como una herramienta poderosa que complementa, potencia y transforma la manera en la que se diagnostica el cáncer de mama. Su uso responsable y éticamente regulado promete avanzar hacia una medicina más personalizada, equitativa y basada en evidencia.

Bibliografía

1. Abdullah, K. A., Marziali, S., Nanaa, M., Escudero Sánchez, L., Payne, N. R., & Gilbert, F. J. (2025). Deep learning-based breast cancer diagnosis in breast MRI: Systematic review and meta-analysis. European Radiology. https://doi.org/10.1007/s00330-025-11406-6

2. Almarri, B., Gupta, G., Kumar, R., Vandana, V., Asiri, F., & Khan, S. B. (2024). The BCPM method: Decoding breast cancer with machine learning. BMC Medical Imaging, 24(1), 248. https://doi.org/10.1186/s12880-024-01402-5

3. Alotaibi, A., Alafif, T., Alkhilaiwi, F., Alatawi, Y., Althobaiti, H., Alrefaei, A., Hawsawi, Y. M., & Nguyen, T. (2022). ViT-DeiT: An Ensemble Model for Breast Cancer Histopathological Images Classification (arXiv:2211.00749). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.00749

4. Brot, H. F., & Mango, V. L. (2023). Artificial intelligence in breast ultrasound: Application in clinical practice. Ultrasonography, 43(1), 3-14. https://doi.org/10.14366/usg.23116

5. Brunetti, N., Calabrese, M., Martinoli, C., & Tagliafico, A. S. (2023). Artificial Intelligence in Breast Ultrasound: From Diagnosis to Prognosis-A Rapid Review. DIAGNOSTICS, 13(1), 58. https://doi.org/10.3390/diagnostics13010058

6. Chang, Y.-W., Ryu, J. K., An, J. K., Choi, N., Park, Y. M., Ko, K. H., & Han, K. (2025). Artificial intelligence for breast cancer screening in mammography (AI-STREAM): Preliminary analysis of a prospective multicenter cohort study. Nature Communications, 16(1), 2248. https://doi.org/10.1038/s41467-025-57469-3

7. DR. JORGE, C. (s. f.). SOCIEDAD DE LUCHA CONTRA EL CÁNCER SOLCA NÚCLEO DE QUITO Boletín Epidemiológico. 2021.

8. Eisemann, N., Bunk, S., Mukama, T., Baltus, H., Elsner, S. A., Gomille, T., Hecht, G., Heywang-Köbrunner, S., Rathmann, R., Siegmann-Luz, K., Töllner, T., Vomweg, T. W., Leibig, C., & Katalinic, A. (2025). Nationwide real-world implementation of AI for cancer detection in population-based mammography screening. Nature Medicine, 31(3), 917-924. https://doi.org/10.1038/s41591-024-03408-6

9. Global Cancer Observatory—BREAST - WHO. (s. f.). Recuperado 12 de enero de 2025, de https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/cancers/20-breast-fact-

sheet.pdf

10. Ibrahim, A., Gamble, P., Jaroensri, R., Abdelsamea, M. M., Mermel, C. H., Chen, P.-H. C., & Rakha, E. A. (2020). Artificial intelligence in digital breast pathology: Techniques and applications. BREAST, 49, 267-273. https://doi.org/10.1016/j.breast.2019.12.007

11. Jiang, Y., Edwards, A. V., & Newstead, G. M. (2021). Artificial Intelligence Applied to Breast MRI for Improved Diagnosis. Radiology, 298(1), 38-46. https://doi.org/10.1148/radiol.2020200292

12. Mahant, S. S., & Varma, A. R. (2022). Artificial Intelligence in Breast Ultrasound: The Emerging Future of Modern Medicine. Cureus. https://doi.org/10.7759/cureus.28945

13. Sociedad de Lucha Contra el Cáncer del Ecuador, Ing. Leyda Jaramillo-Feijoo, Ing. Ana Roha-Ochoa, Ing. Andrea Jaramillo-Briones, Dr. Rina Quinto-Briones, & Dr. Jhony Real-Cotto. (s. f.). CÁNCER EN GUAYAQUIL: INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA.

14. Soliman, A., Li, Z., & Parwani, A. V. (2024). Artificial intelligence's impact on breast cancer pathology: A literature review. Diagnostic Pathology, 19(1), 38. https://doi.org/10.1186/s13000-024-01453-w

15. Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 71(3), 209-249. https://doi.org/10.3322/caac.21660

16. Suri, A. (2024). AI as a Second Reader Can Reduce Radiologists' Workload and Increase Accuracy in Screening Mammography. Radiology: Artificial Intelligence, 6(6), e240624. https://doi.org/10.1148/ryai.240624

17. Villavicencio, D. (2023, octubre 24). SOLCA promueve la detección oportuna del cáncer de mama. Solca Núcleo de Quito. https://solcaquito.org.ec/solca-promueve-la-deteccion-oportuna-del-cancer-de-mama/

18. Witowski, J., Heacock, L., Reig, B., Kang, S. K., Lewin, A., Pyrasenko, K., Patel, S., Samreen, N., Rudnicki, W., Łuczyńska, E., Popiela, T., Moy, L., & Geras, K. J. (2022). Improving breast cancer diagnostics with artificial intelligence for MRI. https://doi.org/10.1101/2022.02.07.22270518

19. Wong, D. J., Gandomkar, Z., Wu, W.-J., Zhang, G., Gao, W., He, X., Wang, Y., & Reed, W. (2020). Artificial intelligence and convolution neural networks assessing mammographic images: A narrative literature review. Journal of Medical Radiation Sciences, 67(2), 134-142. https://doi.org/10.1002/jmrs.385
20. World International Health Organization WHO. (s. f.). Cancer Today WHO. Recuperado 12 de enero de 2025, de https://gco.iarc.who.int/today/