

**Análisis de la Eficacia de la Inteligencia Artificial en la
Predicción Temprana del Cáncer de Mama**

Arturo Andrés Lozano Cortés

Julieth Alexa Oviedo Acevedo

Lina María Rojas Zarate



Seminario de Investigación

Docente: Lina María Chacón Rivera

Especialización en Gerencia de Tecnología

Universidad EAN

Bogotá D.C.

17 de noviembre de 2024

Tabla de contenido

Resumen.....	4
Problema de Investigación	5
Antecedentes del Problema.....	5
Descripción del Problema.....	6
Pregunta de Investigación.....	7
Objetivos.....	7
<i>Objetivo General</i>	7
<i>Objetivos Específicos</i>	7
Justificación	8
Marco Teórico.....	10
Cáncer	10
Tumor.....	10
Tipos de Tumores	10
Factores de Riesgo del Cáncer	11
Diagnóstico del Cáncer	12
Cáncer de Mama	12
Síntomas del Cáncer de Mama	13
Diagnóstico del Cáncer de Mama	13
Contexto histórico de la inteligencia artificial	14
La inteligencia artificialmente actualmente	15
Ejemplo de un caso de análisis de datos con inteligencia artificial	15
Metodología	17
Enfoque, alcance y diseño.....	17
Definición de Variables	18
Definición conceptual	18
Definición operacional.....	19
Selección de métodos o instrumentos	20
Técnica de análisis de datos	21
Análisis y discusión de resultados	23
Conclusiones	33
Referencias.....	35

Lista de gráficos

Gráfico 1	27
Gráfico 2	27
Gráfico 3	28
Gráfico 4	29
Gráfico 5	30
Gráfico 6	30
Gráfico 7	31
Gráfico 8	32

Resumen

La presente investigación evalúa el impacto de la inteligencia artificial (IA) en la detección temprana del cáncer de mama, un problema de salud pública que afecta a millones de mujeres. Inicialmente se realiza un estudio sobre que es el cáncer de mama, abordando las principales causas y síntomas, seguido a esto se hace una descripción y explicación de la IA para que el lector comprenda de manera más practica este tipo de tecnología. Se analiza cómo los sistemas de IA pueden superar las limitaciones de los métodos tradicionales de detección, en exámenes como la mamografía, que a menudo generan falsos positivos o negativos. La IA permite una mayor precisión al identificar patrones en las mamografías y en la historia clínica de las pacientes, mejorando la predicción y diagnóstico.

Se realizan análisis de artículos científicos sobre estudios de la aplicación de la IA por analizar exámenes de cáncer de mama y por último se realizó una encuesta a profesionales especialistas en oncología de la ciudad de Bogotá Colombia, sobre su conocimiento de la herramienta y cuál es su percepción sobre el uso de este tipo de tecnología como herramienta de apoyo para poder detectar en una etapa temprana esta enfermedad.

Palabras clave: Inteligencia artificial, cáncer de mama, diagnóstico, detección

Problema de Investigación

Antecedentes del Problema

El cáncer de mama es un crecimiento anormal y desordenado de las células mamarias malignas que hace que los tumores crezcan sin control en la mama y tengan la capacidad de invadir otros órganos y causar la muerte (Ministerio de Salud y Protección Social). Las células cancerosas comienzan a desarrollarse en el tubo delgado de la mama que lleva la leche de los lobulillos mamarios hasta el pezón. El cáncer en etapa 0 (in situ) no pone en peligro la vida y puede detectarse en una etapa temprana. Las células cancerosas pueden diseminarse (invadir) el tejido mamario cercano y provocar bultos o engrosamiento (Organización Mundial de la Salud, 2024).

Hay pruebas disponibles para detectar diferentes tipos de cáncer, la mamografía es la prueba de detección más común para el cáncer de mama al igual que la resonancia magnética se utiliza para detectar a mujeres con alto riesgo de cáncer de mama. Aunque eficaces, los métodos tradicionales tienen limitaciones, como resultados “falsos positivos/negativos”, lo que destaca la necesidad de métodos/alternativas/tecnologías más precisos y fiables.

En los últimos años, la IA ha mostrado un gran potencial en el campo de la salud, especialmente en la detección precoz del cáncer de mama. Investigaciones recientes muestran que los algoritmos de IA pueden superar los modelos tradicionales para predecir el cáncer de mama y analizar de manera más certera las mamografías e información del paciente.

Estos avances no sólo mejoran la precisión del diagnóstico, sino que también permiten un análisis más rápido y personalizado basado en los factores de riesgo individuales de cada paciente (ecancer, 2023).

En la RAGMA22 (Revisión Anual GEICAM de Avances en Cáncer de Mama, Madrid, año 2022), una presentación del doctor Mikael Eriksson, del departamento de Epidemiología Médica y Bioestadística del Instituto Karolinska en Estocolmo, destacó el potencial de las herramientas de IA para evaluar el riesgo de cáncer de mama. El equipo del doctor Eriksson ha desarrollado un modelo que utiliza la tomosíntesis digital de mama (DBT), o mamografía 3-D, para predecir el riesgo de que una persona sea diagnosticada con cáncer de mama en el año siguiente a un resultado negativo en una prueba de detección. El doctor Eriksson explica que, aunque las mamografías rutinarias detectan el cáncer de mama en etapas tempranas, entre el 15 y el 25% de los casos no se detectan en estos exámenes, lo que se conoce como cánceres de intervalo. Además, entre el 20 y el 30% de los tumores se descubren en el cribado, pero ya en un estado avanzado, lo que lleva a un peor pronóstico. Esta herramienta de evaluación de riesgos ya se utiliza en algunas unidades de detección en Estados Unidos como parte de la práctica clínica (GEICAM, 2022).

Descripción del Problema

El cáncer de mama actualmente es el cáncer que más ataca a las mujeres en rangos de edades entre los 40 y 48 años (Wiesner-Ceballos et al., 2020). Según un informe de la Organización Mundial de la Salud indica que, en el año 2020, 2.26 millones de mujeres fallecieron a causa de esta enfermedad (Organización Mundial de la Salud, 2022). Su detección en una etapa temprana es esencial para aumentar las posibilidades de éxito del tratamiento y reducir la mortalidad. Sin embargo, el diagnóstico temprano se complica por la variedad de características del tumor y la dificultad de identificar características tempranas de imágenes médicas y en ocasiones por la experiencia del médico.

La IA se ha convertido en una poderosa herramienta en medicina, que permite el análisis de grandes cantidades de datos médicos y mejora la precisión de la predicción y el diagnóstico de enfermedades, incluido el cáncer de mama (Lanzagorta-Ortega et al., 2023). Los sistemas de IA se utilizan para identificar patrones de la historia clínica y por antecedentes genéticos de familiares que hayan desarrollado este tipo de enfermedades y en mamografías e imágenes de diagnóstico que a menudo son demasiado sutiles para que el ojo humano los detecte.

A pesar de los importantes avances, el análisis en la implementación de la IA en la predicción temprana del cáncer de mama todavía enfrenta varios desafíos, como la mejora del diagnóstico que con el uso masivo tiene un alto potencial de ser una gran herramienta para el sector de la salud.

Pregunta de Investigación

¿Cómo puede la inteligencia artificial mejorar la precisión y rapidez en la detección temprana del cáncer de mama?

Objetivos

Objetivo General

Investigar el impacto de la inteligencia artificial en la predicción temprana del cáncer de mama, con énfasis en su capacidad a través de diagnósticos más precisos, oportunos y/o rápidos.

Objetivos Específicos

- Analizar la precisión de la inteligencia artificial en la predicción temprana del cáncer de mama.
- Investigar cómo la implementación de la inteligencia artificial en la predicción temprana del cáncer de mama afecta la mortalidad, teniendo en cuenta factores como el acceso y uso de tecnologías avanzadas.

- Evaluar el impacto de la inteligencia artificial para reducir el tiempo que lleva diagnosticar el cáncer de mama e identificar mejoras en la detección temprana.

Justificación

La investigación sobre la efectividad de la IA en la predicción temprana del cáncer de mama es de suma importancia ya que aborda un problema de salud pública que afecta a millones de mujeres a nivel mundial. Este proyecto contribuirá significativamente a demostrar cómo la IA puede optimizar la detección temprana del cáncer de mama, alineándose con la tendencia global hacia la digitalización en el área de la salud. Los resultados ofrecerán una comprensión sobre la integración de IA en sistemas de salud lo que permitirá a los gerentes tomar decisiones informadas sobre la adopción de nuevas tecnologías.

A nivel práctico, se espera que la investigación revele mejoras en la precisión diagnóstica y metodológicamente, ofrecerá un marco para evaluar la efectividad de la IA en la salud y en otros campos médicos. Las instituciones de salud, públicas y privadas, podrán adoptar sistemas basados en IA para complementar el trabajo de los especialistas aumentando la eficiencia en el proceso de diagnóstico y mejorando la calidad de la atención a los pacientes. Además, la reducción de diagnósticos erróneos no solo reduciría el estrés en los pacientes, sino que también optimizaría los recursos del sistema de salud.

La relevancia social del proyecto es incuestionable, pues si se logra identificar un sistema de IA eficaz, se podría mejorar significativamente el acceso a diagnósticos precisos, especialmente en áreas con escasez de radiólogos especializados, esto podría impactar positivamente en la salud pública, mejorando las tasas de supervivencia y reduciendo los costos asociados a los tratamientos tardíos.

El valor teórico de este proyecto radica en la contribución al cuerpo de conocimiento sobre la aplicabilidad de la IA en entornos médicos. La investigación no solo evaluará la capacidad técnica de los algoritmos de IA, sino que también explorará cómo estas herramientas pueden integrarse en la toma de decisiones clínicas. Este análisis teórico permitirá entender mejor el rol que la IA puede desempeñar en la medicina moderna y cómo puede transformar la práctica clínica a largo plazo.

Marco Teórico

Cáncer

El cáncer es una condición en la que algunas células del organismo se reproducen de manera descontrolada y se propagan a otras áreas del cuerpo (Portal Clínic, 2018b).

Cualquier parte del cuerpo humano, compuesto por billones de células, puede experimentar cáncer. Las células humanas se multiplican y forman nuevas células en condiciones normales para producir nuevas células según las necesidades del cuerpo. Este proceso se conoce como división celular. Las células muertas o dañadas son reemplazadas por células nuevas. En ocasiones, el proceso no sigue este orden, lo que resulta en la formación y multiplicación de células anormales o dañadas cuando no deberían. Estas células tienen la capacidad de desarrollar tumores, que son masas de tejido. Los tumores pueden ser cancerosos o benignos (Instituto Nacional del Cáncer, 2021).

Tumor

Según el Diccionario del INC “Instituto Nacional del Cáncer” se define al tumor como: “Una masa anormal de tejido que ocurre cuando las células se multiplican más de lo que deberían o no mueren cuando deberían. Los tumores pueden ser benignos (no cancerosos) o malignos (cancerosos)” (Instituto Nacional del Cáncer, s/f).

Tipos de Tumores

Hay tres tipos principales de tumores:

- **Benigno:** Este tipo de tumor no son dañinos y es poco probable que afecte otras partes del cuerpo
- **Premaligno:** En estos, aunque no son cancerosos, potencialmente pueden volverse malignos, por lo que se debe vigilar de cerca para detectar cambios. [OBJ]

- **Maligno:** Estos son cancerosos, se desarrollan cuando la célula crece sin control. Si las células continúan creciendo y propagándose, puede afectar otras partes del cuerpo, lo que normalmente se conoce como “metástasis” llegando a ser mortal (Medical News Today, 2022a).

Muchos factores, genéticos y ambientales, aumentan el riesgo de desarrollar un cáncer, por ello que evaluar dichos factores de riesgo se hace fundamental.

Factores de Riesgo del Cáncer

No se puede determinar con certeza por qué una persona adquiere cáncer mientras que otra no. A pesar de esto, estudios indican que ciertos factores de riesgo incrementan las probabilidades de desarrollar la enfermedad (National Cancer Institute, 2015b).

Estos son los factores de riesgo de cáncer conocidos o sospechosos que más se han estudiado:

- **Tabaco:** El tabaco, a través de todas sus formas de exposición, es la principal causa de muerte relacionada con el cáncer en hombres en todo el mundo y cada vez más en mujeres. Los modos de exposición incluyen tabaquismo activo, inhalación de humo de segunda mano o humo forzado (fumar pasiva o involuntariamente) y tabaco sin humo. El tabaco causa muchos tipos de cáncer, como el cáncer de pulmón, esófago, laringe, cavidad bucal, vejiga, riñón, estómago, cuello uterino y colon (National Library of Medicine, 2007).
- **Alcohol:** El consumo de alcohol aumenta el riesgo de cáncer de mama. Cuanto más se bebe, mayor es el riesgo. (National Cancer Institute, 2015a).
- **Sexo sin protección:** El virus del papiloma humano (VPH) es una ETS muy común. El VPH generalmente desaparece por sí solo. Pero algunos VPH pueden causar cáncer de ano, garganta, pene, cuello uterino, vagina o vulva (Portal Clínic, 2018a).

- **Obesidad:** s Personas con exceso de peso u obesidad tienen un riesgo más alto de padecer diversos tipos de cáncer, como el cáncer de mama. En cambio, llevar una nutrición adecuada, practicar actividad física y mantener un peso adecuado pueden disminuir la probabilidad de padecer ciertos tipos de cáncer y otras enfermedades.

(Portal Oficial del Estado Argentino, s/f-a).

Diagnóstico del Cáncer

El diagnóstico del cáncer implica una serie de pruebas y procedimientos para detectar la presencia de células cancerosas en el cuerpo, como lo son:

1. **Examen físico:** El doctor puede tocar el cuerpo en busca de protuberancias o irregularidades que sugieran cáncer (Mayo Clinic, 2022).
2. **Pruebas de Laboratorio:** Los análisis de sangre y orina son útiles para detectar irregularidades causadas por el cáncer (Mayo Clinic, 2022).
3. **Imágenes Diagnósticas:** Comprenden mamografías, tomografías computarizadas (TC), resonancias magnéticas (RM) y ecografías, que posibilitan la observación interna del cuerpo y la detección de tumores (Mayo Clinic, 2022).
4. **Biopsia:** Implica tomar una muestra de tejido para su análisis en laboratorio y validar la existencia de células cancerosas (Mayo Clinic, 2022).

Cáncer de Mama

El cáncer de mama es un tumor maligno causado por la proliferación anormal de células mamarias. Puede afectar a cualquier mujer (Portal Oficial del Estado Argentino, s/f-b).

Síntomas del Cáncer de Mama

En las etapas iniciales del cáncer, la mayoría de las personas no experimentan síntomas. El cáncer de mama puede generar varios síntomas, sobre todo si se detecta en una fase avanzada.

Posibles signos de cáncer de mama son:

1. **Bulto o masa en la mama:** Es el síntoma más común. Estos bultos suelen ser duros, de forma irregular y no causan dolor, aunque algunos pueden ser blandos, redondos y sensibles (Medical News Today, 2022b).
2. **Cambios en la piel:** Incluyen enrojecimiento, hoyuelos (parecidos a la cáscara de una naranja), y piel escamosa o engrosada en la mama o el pezón (Herndon, 2019).
3. **Cambios en el pezón:** Puede haber retracción del pezón (hundimiento hacia adentro), dolor, o secreción que no sea leche materna (Mayo Clinic, 2024a).
4. **Inflamación:** Hinchazón de toda o parte de la mama, incluso si no se siente un bulto (Herndon, 2019).
5. **Dolor:** Dolor en la mama o en el pezón que no desaparece (Medical News Today, 2022b).
6. **Ganglios linfáticos inflamados:** Hinchazón en los ganglios linfáticos de la axila o alrededor de la clavícula (Medical News Today, 2022b).

Diagnóstico del Cáncer de Mama

El diagnóstico del cáncer de mama implica una serie de pruebas y procedimientos para detectar la presencia de células cancerosas (malignas) en el tejido mamario, como los son:

1. **Mamografía:** Principal prueba diagnóstica en el cáncer de mama donde se detectan tumores que no se pueden sentir al tacto (American Cancer Society, 2019b).

2. **Ecografía Mamaria:** Altamente beneficioso para llevar a cabo punciones de diagnóstico en lesiones mamográficas sospechosas detectables mediante ecografía, utilizando ondas sonoras para crear imágenes del interior de las mamas (American Cancer Society, 2019a).
3. **Resonancia Magnética (RM):** Genera imágenes detalladas de las mamas mediante imanes y ondas de radio. (CDC, 2024).
4. **Biopsia:** Se trata de obtener una muestra de tejido mamario con el fin de examinarla en laboratorio y verificar la existencia de células cancerosas (Mayo Clinic, 2024b).
5. **Tomografía Computarizada (TC) y Tomografía por Emisión de Positrones (PET):** Son empleadas para averiguar si el cáncer se ha extendido a otras áreas del cuerpo (Mayo Clinic, 2024b).

Otros métodos de diagnóstico incluyen metodologías no convencionales asociadas al desarrollo tecnológico como la inteligencia artificial que ha sido utilizada con más fortaleza en los últimos cinco años para apoyar a los médicos y bacteriólogos con los análisis para la detección de células cancerígenas y la predicción del cáncer de mama.

Contexto histórico de la inteligencia artificial

Las primeras veces que se habló de inteligencia artificial fue en el año de 1950, en un artículo llamado “Computing Machinery and Intelligence” escrito por el matemático Alan Turing (Bracamonte, s/f), en este artículo el autor inicia con la siguiente pregunta: “¿Pueden pensar las máquinas?”. Turing realizó un análisis de qué juego se podría realizar para que las máquinas llegaran a imitar el pensamiento de los seres humanos.

Años más adelante el científico Arthur Samuel desarrolló un programa el cual podía aprender movimientos que se realizan en el juego de damas chinas, este proceso principalmente

era mediante experiencias que tenía de los anteriores juegos y los guardaba para ir mejorando poco a poco.

La inteligencia artificialmente actualmente

70 años más tarde, se puede encontrar una revolución tecnológica con la implementación de la IA en los procesos diarios que realizan las personas. La IA que se conoce hoy en día se puede explicar como un algoritmo que utiliza una gran cantidad de datos para analizar mediante modelos estadísticos la correlación de estos e identificando patrones y aprendiendo de los humanos que le enseñan, como por ejemplo por imágenes cómo reconocer ciertas características de un elemento o persona.

Esta tecnología está siendo utilizada en diferentes sectores, en este artículo se va a enfatizar en el uso que se le está dando en el área de la medicina y más específicos en los análisis de diagnósticos del cáncer de mama.

A continuación, se presenta una pequeña explicación de cómo es el proceso de la IA para analizar grandes cantidades de datos, se dará un ejemplo para explicar qué usos puede tener y cómo se puede usar la inteligencia artificial.

Ejemplo de un caso de análisis de datos con inteligencia artificial

Inicialmente se tiene una gran cantidad de datos, como por ejemplo reportes de pacientes que ingresan a urgencias en un hospital, estos reportes tienen información que se tiene que discriminar según el uso que se les da, en este caso se necesita saber qué día de la semana es el que la sección de urgencias tiene más demanda, para saber esto de la base de datos que se tiene se toma el nombre o cédula del usuario, la fecha en la que ingresó y la hora, la idea es tomar un intervalo de tiempo como un año, dos o tres, entre más información se tenga mejor será el resultado.

Con esta información se procede a realizar el análisis de cuál día es el que se presentan más usuarios a urgencias y las horas pico. Seguido a esto se procede a tomar decisiones dependiendo de los resultados que arroje, estas decisiones pueden ser cómo ampliar la capacidad que se tiene para los días con alta demanda y reducir a los médicos el día que menos usuarios se presentan, esto para manejar la demanda y poder atender a todos los usuarios que se presenten.

Con estos análisis, mediante un algoritmo, la inteligencia artificial lo usa para que siga recopilando y analizando estos datos y con toda la información que va recopilando pueda predecir la demanda que va a tener la sección de urgencias y tomar decisiones como anteriormente se había mencionado.

Cabe aclarar que estos análisis tienen un porcentaje de error y en el caso de la salud no puede predecir eventos como epidemias o emergencias que se presenten ya sea por un accidente como por ejemplo la pandemia que se presentó a causa del Covid-19.

En la medicina, este tipo de tecnologías puede ayudar a los médicos a realizar con mejor exactitud un dictamen de alguna enfermedad ya que el error humano se puede presentar en algún momento de la vida de un médico o se puede sesgar por problemas que tenga la persona en su vida personal.

En los últimos años se ha ido implementando poco a poco la IA para el sector oncológico, este pretende ayudar a diagnosticar en una etapa temprana el cáncer y poder realizar tratamientos a tiempo para poder salvar la vida de los pacientes. Analizando datos correlacionados con diferentes patrones como el hereditario, se puede detectar cuál población es la más propensa a desarrollar la enfermedad y prevenir o disminuir la mortalidad.

Metodología

Enfoque, alcance y diseño

La inteligencia artificial (IA) ha comenzado a desempeñar un papel relevante en diversos campos, y uno de los más prometedores es el de la medicina, específicamente en la oncología. En esta área, la IA está en un proceso de exploración y adaptación, con el objetivo de mejorar el diagnóstico y tratamiento del cáncer. En particular, esta investigación busca centrarse en cómo la IA está siendo utilizada para mejorar los diagnósticos tempranos, un aspecto fundamental en la lucha contra el cáncer de mama, dado que la detección precoz puede marcar una gran diferencia en el pronóstico de los pacientes, especialmente en el caso de las mujeres mayores de 40 años, que son afectadas de manera significativa por esta enfermedad.

El enfoque metodológico de esta investigación será un mixto entre cualitativo y cuantitativo, ya que se trata de un fenómeno complejo que no solo implica avances tecnológicos, sino también cambios en la práctica clínica y la percepción de los profesionales de la salud. Se investigará cómo la IA está siendo aplicada en la oncología, particularmente en el diagnóstico temprano del cáncer de mama, uno de los más comunes y mortales entre las mujeres a nivel mundial. Al abordar esta problemática desde una perspectiva cualitativa, se pretende comprender no solo los aspectos técnicos de la implementación de la IA, sino también las experiencias y percepciones de los oncólogos, quienes juegan un papel crucial en el proceso de diagnóstico y tratamiento.

El alcance de esta investigación será de carácter exploratorio. Esto se debe a que, aunque la IA ha mostrado avances significativos en diversas áreas, su aplicación en la oncología para la detección temprana del cáncer es relativamente reciente. La tecnología aún está en desarrollo y su implementación generalizada enfrenta varios desafíos, tanto técnicos como éticos. No

obstante, ya se han logrado avances importantes, como la creación de algoritmos capaces de analizar imágenes médicas con gran precisión, ayudando a los médicos a identificar signos tempranos de cáncer que podrían pasar desapercibidos en una revisión humana. Esta investigación pretende profundizar en esos avances actuales, identificando qué tecnologías están siendo utilizadas, cuáles han demostrado ser efectivas, y cuáles aún enfrentan obstáculos en su aplicación clínica.

Para obtener una visión más completa, se realizará una encuesta dirigida a médicos oncólogos. Se busca conocer su opinión sobre el papel de la IA en la mejora de los diagnósticos. Este tipo de investigación es vital para entender no solo cómo se está utilizando la IA, sino también cómo los profesionales de la salud perciben su utilidad y fiabilidad. Los médicos, en última instancia, son quienes interactúan directamente con los pacientes y quienes deben tomar decisiones críticas basadas en la información proporcionada por estas tecnologías. Por lo tanto, sus percepciones sobre la precisión y confiabilidad de la IA son esenciales para determinar su adopción a gran escala.

Definición de Variables

Definición conceptual

Impacto: Se refiere al efecto o influencia significativa que la IA tiene en los resultados médicos dentro del ámbito de la oncología. En este caso, el impacto puede medirse en términos de mejoras en la precisión diagnóstica, cambios en las prácticas clínicas, y el grado en el que la IA ha facilitado la detección temprana del cáncer de mama. También abarca la percepción de los profesionales de la salud sobre la utilidad de esta tecnología y su capacidad para transformar la atención médica.

Predicción en la detección temprana: Esta variable hace referencia a la capacidad de los sistemas de IA para anticipar la presencia de cáncer en sus etapas iniciales, basándose en patrones y análisis de datos médicos, como imágenes, pruebas de laboratorio o genéticas. La predicción en la detección temprana es un factor clave, ya que un diagnóstico precoz aumenta significativamente las probabilidades de éxito en el tratamiento del cáncer, y esta variable mide la precisión y efectividad de la IA en esta tarea.

Tiempo de diagnóstico: Se refiere al período que transcurre entre la aparición de los primeros síntomas o señales de cáncer y la obtención de un diagnóstico definitivo. En este estudio, la variable evaluará cómo la IA puede reducir el tiempo que se necesita para detectar el cáncer, optimizando el proceso de análisis y revisión médica. Una disminución en el tiempo de diagnóstico es crucial para iniciar el tratamiento lo antes posible, lo que puede mejorar las tasas de supervivencia y reducir complicaciones asociadas a diagnósticos tardíos.

Definición operacional

Impacto: Se llevará a cabo una encuesta estructurada dirigida a médicos oncólogos que utilicen o tengan conocimiento sobre la IA en el diagnóstico del cáncer. La encuesta incluirá preguntas cerradas que evalúan el impacto percibido de la IA en términos de precisión diagnóstica, facilidad de uso, y cambios en las decisiones clínicas. La unidad de medida de esta variable será la percepción de los médicos oncólogos sobre la efectividad de la IA en su práctica clínica.

Predicción en la detección temprana: Se realizará la revisión de modelos de IA implementados en centros médicos y su capacidad para predecir la presencia de cáncer en pacientes antes de que se manifiesten los síntomas o signos avanzados. Se realizará una validación cruzada de los resultados del modelo con diagnósticos confirmados por especialistas. Exactitud predictiva de los modelos de IA en la detección de cáncer en etapas tempranas, expresada en porcentaje (%).

Indicadores como sensibilidad, especificidad y precisión serán empleados para cuantificar la efectividad de las predicciones.

Tiempo de diagnóstico: La unidad de medida será el tiempo en días o semanas que transcurre desde la primera evaluación médica hasta el diagnóstico final del cáncer, comparando entre procesos asistidos por IA y los métodos convencionales.

Población y muestra

Población: La población especialista en oncología, particularmente médicos oncólogos y radiólogos que estén involucrados en el diagnóstico temprano del cáncer de mama, tratamiento, relación y predicción temprana con la IA que realizan diagnósticos en Bogotá D.C. Para esta población tenemos en cuenta 80 especialistas en los que se encuentran oncólogos, radiólogos y médicos buscando investigar cómo la IA puede mejorar la detección temprana del cáncer de mama.

Muestra: La muestra se extraerá de la información suministrada por los oncólogos que participarán en encuestas, 10 oncólogos encuestados para realizar un análisis cualitativo en el contexto del análisis de la eficacia de la IA en la predicción temprana del cáncer de Mama. Al seleccionar esta muestra de especialistas directamente involucrados en el proceso de diagnóstico, se asegura que las opiniones y percepciones recogidas en las encuestas sean representativas y útiles para evaluar el impacto de la IA en la detección temprana del cáncer de la mama.

Selección de métodos o instrumentos

Los datos se obtendrán de fuentes secundarias, como artículos científicos y plataformas especializadas. Además, se recopilarán datos mediante encuestas estructuradas dirigidas a médicos oncólogos, el objetivo de la encuesta es recopilar las opiniones de los oncólogos acerca de cómo la IA en la detección temprana del cáncer de mama, analizando su familiaridad y

práctica con estas herramientas y evaluando qué beneficios, obstáculos y dificultades identifican en su uso en el ámbito clínico. Se plantean interrogantes acerca del potencial de la IA para mejorar la exactitud en los diagnósticos, disminuir los errores en los resultados, agilizar la detección de enfermedades y su capacidad de reducir inequidades en la atención médica. La mayoría de las preguntas utilizan una escala de Likert para evaluar el nivel de acuerdo o desacuerdo con declaraciones específicas, ofreciendo alternativas como: "Totalmente de acuerdo", "De acuerdo", "Neutro", "En desacuerdo" y "Totalmente en desacuerdo". Este tipo de escala es efectiva para medir con detalle y en términos numéricos las opiniones y actitudes de los profesionales de la salud. Otras interrogantes son de opción múltiple o abiertas para obtener experiencias y sugerencias más detalladas. Ver Anexo 1. Encuesta dirigida a profesionales oncólogos.

Técnica de análisis de datos

El análisis se basará en:

1. Análisis cuantitativo de las respuestas obtenidas en las encuestas, con el fin de identificar patrones y percepciones comunes entre los oncólogos sobre el uso de la IA.
Este se va a realizar por medio de estadística descriptiva, analizando las frecuencias de las respuestas de los médicos oncólogos, con este análisis se puede ver cuál es el comportamiento en general y a dónde lleva el conocimiento que tienen los profesionales de esta área tan crítica del sector salud.
2. Análisis cualitativo de los datos extraídos de los artículos seleccionados. Se realizará un análisis de la efectividad o los porcentajes de mejora al implementar este tipo de tecnología para la predicción más temprana del cáncer de mama, de los artículos encontrados se podrá ver en los diferentes estudios y pruebas de esta tecnología

realizando una comparación del análisis de los exámenes realizados solo con los oncólogos y los análisis realizados entre las dos partes: la IA y los oncólogos, ya que esto va enlazado con el objetivo general de este trabajo de investigación.

Análisis y discusión de resultados

A continuación, en cumplimiento de los objetivos, se realiza el análisis de la revisión de variables definidas en la metodología: Impacto, predicción en la detección temprana y tiempo de diagnóstico. Estas variables fueron seleccionadas por su relevancia para medir el potencial de la IA en mejorar la precisión diagnóstica, reducir el tiempo de diagnóstico y optimizar los resultados de salud en pacientes con cáncer de mama.

1. Impacto

El impacto de los 10 artículos seleccionados es significativo en múltiples niveles: desde avances científicos y tecnológicos hasta implicaciones sociales y éticas. Contribuyen no solo al progreso de la IA en oncología, sino también a una transformación más amplia en cómo se aborda la atención médica, destacando sus beneficios y áreas de mejora para una adopción exitosa en la práctica clínica.

2. Precisión diagnóstica

Según los artículos consultados coinciden en que el uso de la IA para el análisis de exámenes supera en precisión a los métodos tradicionales, como la mamografía, en un rango del 0.1 – 20%. En particular, los estudios observados en el artículo escrito por Ng et al. en el año 2023 titulado “Prospective implementation of AI-assisted screen reading to improve early detection of breast cancer” y en el artículo escrito por Dembrower et al. en el año 2023 titulado “Artificial intelligence for breast cancer detection in screening mammography in Sweden: a prospective, population-based, paired-reader, non-inferiority study”, muestran que los modelos de IA han reducido significativamente los falsos negativos y mejorado la detección en etapas tempranas. Mientras que los oncólogos en el estudio manifiestan que, aunque la IA mejora la precisión,

algunos algoritmos aún presentan inconsistencias en casos complejos, sugiriendo que la tecnología no reemplaza completamente la experiencia clínica, sino que la complementa.

3. Reducción en el Tiempo de Diagnóstico

Un estudio realizado llamado Masai, su objetivo fue realizar una comparación del uso de la inteligencia artificial apoyando a médicos radiólogos y los radiólogos solos, este estudio analizó 80.000 exámenes de mamografía en el cual, los análisis realizados apoyados con la inteligencia artificial redujo su tiempo en un 40% y aumentó en un 20% la detección del cáncer sin aumentar los falsos positivos que es una de las preocupaciones más grandes que tienen al momento de usar este tipo de tecnología. Esto según el artículo titulado “El papel de la inteligencia artificial en el cáncer de mama: Una revolución en la detección, diagnóstico, tratamiento y seguimiento” escrito en el 2023 por Diaz et al.

4. Sensibilidad y Especificidad

En el artículo titulado “Artificial Intelligence-Powered Imaging Biomarker Based on Mammography for Breast Cancer Risk Prediction” escrito por Park et al. en el año 2024 y en el artículo escrito por Dembrower et al. en el año 2023 titulado “Artificial intelligence for breast cancer detection in screening mammography in Sweden: a prospective, population-based, paired-reader, non-inferiority study”, mencionan que los modelos de IA utilizados en la predicción de cáncer de mama han alcanzado una sensibilidad promedio del 90% y una especificidad del 85%, lo que representa una mejora notable frente a los métodos convencionales.

5. Accesibilidad

El artículo titulado “Artificial intelligence for breast cancer: Implications for diagnosis and management” escrito por AlSamhori et al. en el 2024, destaca que el uso de IA reduce los costos asociados a pruebas repetidas y a diagnósticos tardíos, lo cual es un factor decisivo para su

adopción en países con sistemas de salud de recursos limitados. Sin embargo, los oncólogos encuestados mencionan que la implementación de IA aún implica una inversión inicial considerable, lo que puede limitar su accesibilidad en hospitales de menor presupuesto.

Posteriormente, se presenta un análisis cualitativo de los artículos seleccionados, los cuales aportan evidencia empírica sobre el rendimiento de los sistemas de IA en comparación con métodos tradicionales de detección de cáncer de mama, como la mamografía. Este análisis cualitativo se centra en evaluar métricas de precisión, sensibilidad y especificidad, así como identificar los beneficios y limitaciones de la IA en el sector salud.

Tabla 1

Artículos consultados

Artículo	Objetivo	Análisis
Inteligencia artificial en el cribado y diagnóstico del cáncer de mama Fuente: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9650950/	Evaluar la eficacia de varios algoritmos de IA en la detección del cáncer de mama y compararlos con métodos tradicionales en términos de precisión.	Estos estudios ofrecen una visión integral sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico temprano del cáncer de mama, destacando varias áreas clave. Primero, muestran cómo la IA puede mejorar la precisión diagnóstica en mamografías al reducir los falsos positivos y negativos en comparación con los métodos tradicionales.
Aprendizaje automático e IA en el pronóstico, la predicción y la selección de tratamientos del cáncer: un enfoque crítico Fuente: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9650950/	Discute los últimos avances en la IA aplicada en oncología, con un enfoque en la detección temprana de varios tipos de cáncer, incluido el de mama.	Además, subrayan su capacidad para detectar el cáncer de mama en etapas tempranas, incluso antes de que aparezcan síntomas, lo cual es fundamental para mejorar el pronóstico y la supervivencia de los pacientes. También analizan los desafíos de integrar la IA en la práctica
Inteligencia Artificial en el Diagnóstico del Cáncer de Mama y Medicina Personalizada Fuente: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10625863/	Examina cómo los sistemas de IA pueden reducir los falsos positivos y negativos en mamografías, mejorando la fiabilidad del diagnóstico.	Además, subrayan su capacidad para detectar el cáncer de mama en etapas tempranas, incluso antes de que aparezcan síntomas, lo cual es fundamental para mejorar el pronóstico y la supervivencia de los pacientes. También analizan los desafíos de integrar la IA en la práctica
Inteligencia artificial (IA) para la detección precoz del cáncer de mama: una revisión exploratoria para evaluar el potencial de la IA en la práctica del cribado mamario	Proporciona una visión general de las aplicaciones de IA en la medicina, enfatizando su papel en mejorar la precisión diagnóstica en oncología.	Además, subrayan su capacidad para detectar el cáncer de mama en etapas tempranas, incluso antes de que aparezcan síntomas, lo cual es fundamental para mejorar el pronóstico y la supervivencia de los pacientes. También analizan los desafíos de integrar la IA en la práctica

Artículo	Objetivo	Análisis
<p>Fuente: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17434440.2019.1610387</p>		<p>clínica, como la falta de familiaridad de los profesionales de la salud, problemas de confiabilidad, y barreras éticas y técnicas. Finalmente, resaltan el potencial de la IA para mejorar no solo los resultados clínicos a largo plazo, sino también la calidad de vida de los pacientes. En conjunto, estos estudios proporcionan un análisis exhaustivo del papel actual y futuro de la IA en la oncología, subrayando sus beneficios y las áreas en las que aún se debe trabajar para su adopción generalizada.</p>
<p>Inteligencia artificial para la detección del cáncer de mama en mamografías de cribado en Suecia: un estudio prospectivo, poblacional, de lectura emparejada y de no inferioridad Fuente: https://www.thelancet.com/journals/lanDIG/article/PIIS2589-7500(23)00153-X/fulltext</p>	<p>Investiga el uso de IA en el análisis de mamografías y su impacto en la práctica clínica, evaluando tanto sus beneficios como sus limitaciones.</p>	
<p>Implementación prospectiva de la lectura de pantalla asistida por IA para mejorar la detección temprana del cáncer de mama Fuente: https://www.nature.com/articles/s41591-023-02625-9</p>	<p>Presenta un modelo de IA que utiliza datos de imágenes para predecir la probabilidad de cáncer de mama en pacientes, incluso en ausencia de síntomas.</p>	
<p>Detección del cáncer de mama mediante técnicas de inteligencia artificial: una revisión sistemática de la literatura Fuente: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0933365722000410</p>	<p>Analiza cómo la IA se integra en el diagnóstico de imágenes médicas y las barreras técnicas y éticas para su adopción en oncología.</p>	
<p>Biomarcador de imagen impulsado por inteligencia artificial basado en mamografía para la predicción del riesgo de cáncer de mama Fuente: https://www.mdpi.com/2075-4418/14/12/1212</p>	<p>Estudio comparativo de la precisión de la IA frente a métodos tradicionales para la detección temprana de cáncer de mama, predicción del riesgo futuro de cáncer de mama basado en imágenes mamográficas.</p>	
<p>Inteligencia artificial para el cáncer de mama: implicaciones para el diagnóstico y el tratamiento Fuente: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949916X24000732</p>	<p>Explora cómo el uso de IA en oncología podría mejorar los resultados clínicos en términos de supervivencia y calidad de vida de los pacientes.</p>	

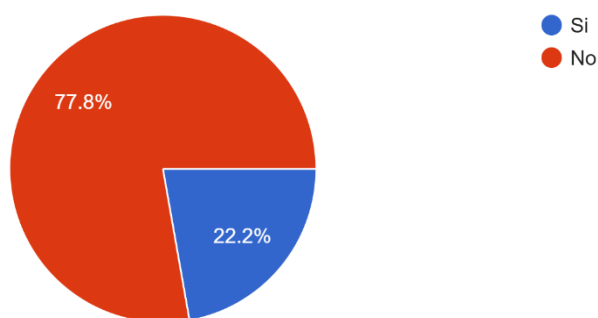
Finalmente, se expone un análisis cuantitativo basado en las respuestas de la encuesta aplicada a los especialistas (Médicos, Radiólogos y Oncólogos). Este análisis refleja la percepción de los especialistas sobre el uso de la IA en el diagnóstico de cáncer de mama.

Gráfico 1

Familiaridad con el uso de la IA en Oncología

¿Está familiarizado(a) con el uso de IA en el campo de la oncología?

9 respuestas



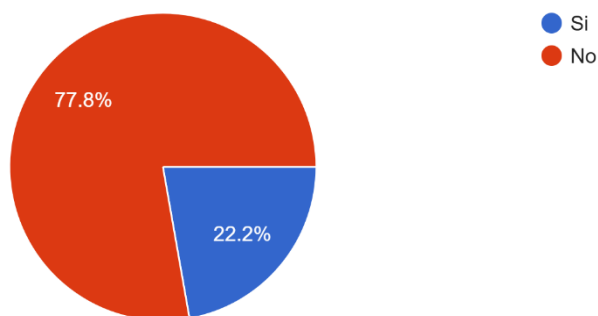
La mayoría de los especialistas encuestados (77.8%) no están familiarizados con el uso de IA en su campo, lo que indica una adopción limitada de esta tecnología en oncología o una falta de acceso a herramientas basadas en IA. Esto puede deberse a varias causas, entre ellas la falta de formación especializada en IA dentro del currículo médico. Lo que refleja la necesidad de una infraestructura educativa y de soporte que permita la adopción segura y efectiva de estas tecnologías en el diagnóstico y tratamiento del cáncer.

Gráfico 2

Uso de herramientas de IA para el Diagnóstico y seguimiento del Cáncer de mama

¿Ha utilizado alguna herramienta de IA para el diagnóstico o seguimiento de cáncer de mama?

9 respuestas



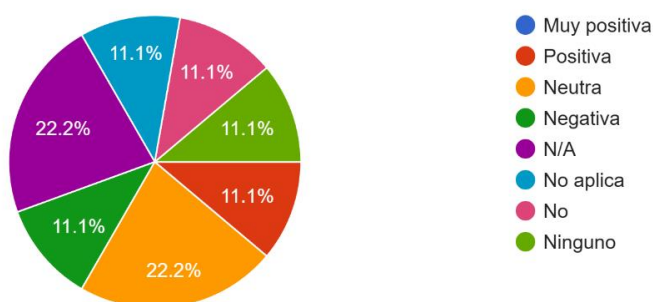
La alta tasa de uso (77.8%) sugiere que, a pesar del conocimiento general sobre la IA, la implementación práctica en el campo específico del cáncer de mama sigue siendo limitada. Esto puede deberse a factores como la falta de protocolos clínicos que incorporen IA o la percepción de que estas herramientas aún están en fase experimental. La adopción de IA en oncología requiere tanto infraestructura tecnológica como integración en flujos de trabajo médicos, lo cual implica un proceso gradual de adaptación y una reestructuración organizacional para obtener resultados efectivos y seguros Lanzagorta-Ortega et al. (2022).

Gráfico 3

Experiencia con herramientas de la IA

Si respondió "Sí" en la pregunta anterior, ¿cómo calificaría su experiencia con estas herramientas?

9 respuestas



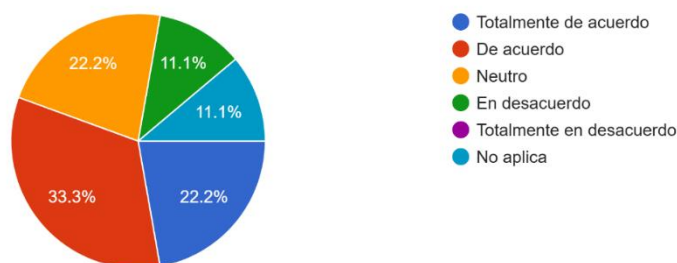
Según las respuestas obtenidas por especialistas el 55.4% no contestaron en la pregunta anterior con lo cual tenemos que el 44.96% contestaron que ven positiva la experiencia en el uso de estas herramientas, esto se debe a que su experiencia con el apoyo de la inteligencia artificial para el diagnóstico ha sido buena ya que como se mostraba en los análisis de las investigaciones realizadas del punto anterior en promedio está mejorando el diagnóstico un 15% apoyados con la inteligencia artificial.

Gráfico 4

Precisión en el diagnóstico temprano

¿Cree que la IA podría mejorar la precisión en el diagnóstico temprano del cáncer de mama?

9 respuestas



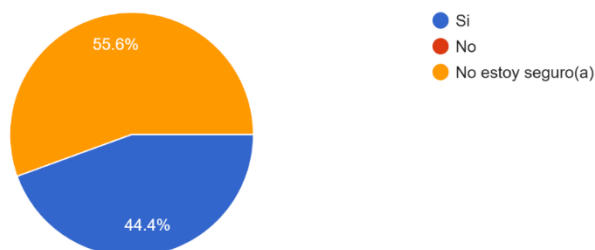
El consenso positivo hacia la capacidad de la IA para mejorar la precisión en el diagnóstico temprano (22.2% "totalmente de acuerdo" y 22.2% "De acuerdo") es significativo, pues sugiere que los especialistas reconocen la ventaja de la IA en la detección de patrones imperceptibles al ojo humano. Esto se alinea con estudios que indican que los algoritmos de IA pueden mejorar las evaluaciones realizadas por humanos en la detección de anomalías sutiles en mamografías American Cancer Society (2019c). Sin embargo, la neutralidad de un grupo de especialistas podría indicar una falta de confianza en los modelos actuales o experiencias con falsos positivos/negativos que disminuyen su percepción de precisión.

Gráfico 5

Reducción de falsos positivos y negativos

¿Considera que la IA puede ayudar a reducir la cantidad de falsos positivos y falsos negativos en mamografías y otras pruebas de detección?

9 respuestas



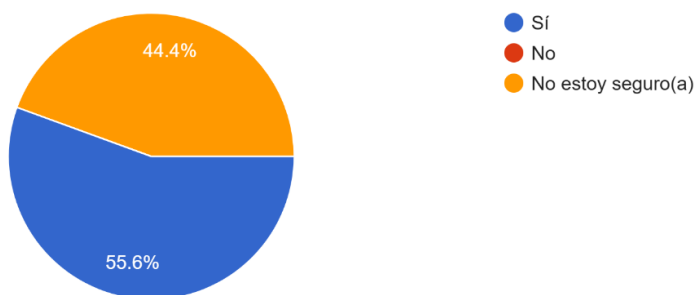
Llama la atención que el 55.6% de los especialistas no están seguros si la inteligencia artificial puede reducir los falsos positivos esto nos da una puerta a que si pueden aplicar más esta tecnología y van viendo cómo se va comportando les daría la seguridad de que puede llegar a ser un apoyo fundamenta para detectar la predicción temprana del cáncer, pero teniendo como veredicto el análisis del especialista. Y el 44.4% de los especialistas tienen una perspectiva positiva con el uso de esta tecnología, creyendo en su potencial para una precisión más eficaz.

Gráfico 6

Aceleración del tiempo de diagnóstico

¿Cree que la implementación de IA en la práctica clínica podría acelerar el tiempo de diagnóstico del cáncer de mama?

9 respuestas



El 55.6% de los especialistas encuestados ven una clara expectativa de que la IA podría acelerar el tiempo de diagnóstico, lo que refleja una ventaja ya que el diagnóstico temprano va relacionado con una mayor tasa de éxito de los tratamientos a los pacientes, ya que si se detecta en una etapa temprana los tratamientos o intervenciones tendrán una mayor tasa de éxitos.

Gráfico 7

Barreras para la implementación de la IA

¿Cuáles cree que son las mayores barreras para la implementación de IA en la oncología?
(Seleccione todas las que apliquen)

9 respuestas



Los oncólogos identificaron barreras significativas como la desconfianza en la tecnología, los costos elevados, la falta de capacitación. Estos factores son críticos para la adopción sostenible de la IA en oncología. La infraestructura de IA requiere inversiones iniciales y costos de operación elevados, los cuales pueden ser inasequibles para ciertos Hospitales. Además, la falta de políticas del sector de la salud en cuanto a investigación, capacitación y desarrollo de nuevas tecnologías limita el aprovechamiento y uso eficiente de estas herramientas, ya que los profesionales deben ser competentes en la interpretación y manejo de datos de IA para asegurar su correcto funcionamiento. La desconfianza refleja la percepción de que la IA podría

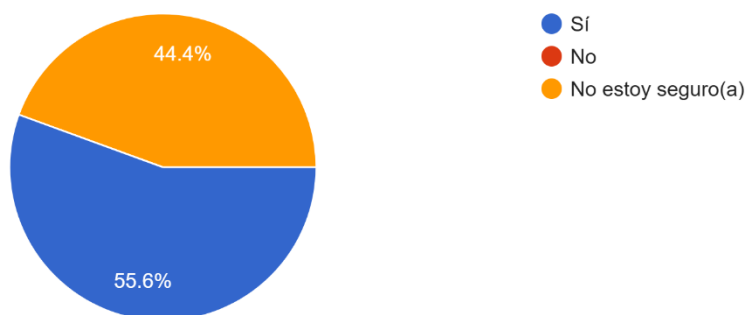
reemplazar el juicio clínico, lo cual resalta la necesidad de ver a la IA como una herramienta de apoyo y no como un sustituto.

Gráfico 8

Mejora en resultados

¿Cree que el uso de IA podría mejorar los resultados de salud de los pacientes, especialmente en términos de supervivencia y calidad de vida?

9 respuestas



Un 55.6% de los especialistas considera que la IA podría mejorar los resultados de salud en términos de supervivencia y calidad de vida. La capacidad de la IA para identificar cáncer en etapas tempranas y con mayor precisión tiene el potencial de mejorar significativamente las tasas de supervivencia, permitiendo intervenciones más tempranas y específicas. Sin embargo, la incertidumbre en un porcentaje de los especialistas indica que necesitan evidencia más sólida sobre el impacto de la IA en los resultados a largo plazo.

Rol de la IA en Oncología en los próximos 5 a 10 años

Los especialistas proyectan que la IA juega un papel/rol importante en el futuro de la oncología, aunque tiene un camino largo de la aplicación de esta en el sector Salud en el país, las respuestas de los especialistas muestran una desconfianza sobre dejarle a cargo este trabajo a la IA ya que en sus experiencias ha ocurrido errores, pero si se utiliza la herramienta como apoyo y se le corrige cuando tenga errores esta podrá ir mejorando cada vez más para ser más efectiva.

Conclusiones

- El análisis concluye que la inteligencia artificial (IA) tiene un impacto significativo en la predicción temprana del cáncer de mama. Los hallazgos indican que, en comparación con los métodos tradicionales, los sistemas de IA ofrecen una precisión superior en la detección de patrones y reducen los tiempos de diagnóstico, disminuyendo así las tasas de falsos positivos y negativos. Sin embargo, para que la IA logre su máximo potencial en oncología, es fundamental superar las barreras de implementación que aún existen, como los altos costos y la falta de formación especializada en el uso de estas herramientas.
- En los artículos investigados muestra que en la mayoría de las investigaciones y estudios realizados la precisión mostro un aumento entre el 10% y 20% apoyados de la IA esto muestra que esta herramienta no está enfocada en remplazar a los médicos para realizar estos diagnósticos sino al contrario es para apoyarlos, si se trabaja en conjunto y los especialistas entrenan la IA puede ser muy beneficioso tanto para el sector salud como para los pacientes.
- En las investigaciones se muestra que con una inteligencia artificial entrenada puede mejorar los tiempos de diagnósticos entre un 30% y 40% esto se debe a que esta tecnología puede analizar miles de imágenes en segundos comparado con el de un radiólogo especializado, cabe aclarar que la última palabra la da el radiólogo ya que no se puede por el momento dar mucha confianza hasta que se valla mostrando la eficacia y desarrollo de esta tecnología por medio de machine learning.
- Los algoritmos de inteligencia artificial (IA) pueden analizar imágenes médicas con una precisión superior en comparación con la evaluación manual de radiólogos especializados. Esta precisión ha sido lograda mediante el entrenamiento de los

algoritmos, utilizando conocimientos y datos proporcionados por estos especialistas. Además de realizar un análisis más rápido, la IA permite una detección temprana del cáncer al incorporar datos de antecedentes familiares de la enfermedad y al analizar masivamente factores relacionados con el estilo de vida del paciente. Este aprendizaje constante y exhaustivo permite diagnosticar el cáncer en etapas iniciales, facilitando tratamientos más eficaces y mejorando las perspectivas de recuperación.

- Los especialistas muestran una percepción positiva hacia la IA, con limitaciones técnicas que revelan la necesidad de un proceso de adopción gradual y cuidadosamente estructurado. La IA se percibe como una herramienta que tiene el potencial de mejorar la precisión diagnóstica y reducir el tiempo de análisis, siempre y cuando se gestione adecuadamente su implementación. Los inconvenientes relacionados con los costos, la capacitación y la desconfianza en la tecnología son aspectos importantes que deben ser abordados a través de financiamiento, políticas de capacitación y pruebas de implementación para que la IA se integre eficazmente en la oncología.

Referencias

- AlSamhori, J. F., AlSamhori, A. R. F., Duncan, L. A., Qalajo, A., Alshahwan, H. F., Al-abbadi, M., Soudi, M. Al, Zakraoui, R., AlSamhori, A. F., Alryalat, S. A., & Nashwan, A. J. (2024). Artificial intelligence for breast cancer: Implications for diagnosis and management. *Journal of Medicine, Surgery, and Public Health*, 3, 100120.
<https://doi.org/10.1016/j.glmedi.2024.100120>
- American Cancer Society. (2019a, octubre 3). *Ecografía del seno*.
<https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-seno/pruebas-de-deteccion-y-deteccion-temprana-del-cancer-de-seno/ecografia-del-seno.html>.
- American Cancer Society. (2019b, octubre 3). *Mamogramas (mamografías)*.
<https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-seno/pruebas-de-deteccion-y-deteccion-temprana-del-cancer-de-seno/mamogramas.html>.
- American Cancer Society. (2019c, octubre 3). *Mamogramas (mamografías)*.
<https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-seno/pruebas-de-deteccion-y-deteccion-temprana-del-cancer-de-seno/mamogramas.html>.
- Bracamonte, X. (s/f). La Inteligencia Artificial en la Medicina.
<http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/rits/n1/n1a09.pdf>.
- CDC. (2024, septiembre 11). *Diagnóstico del cáncer de mama*. <https://www.cdc.gov/breast-cancer/es/screening/diagnosis.html>.
- Dembrower, K., Crippa, A., Colón, E., Eklund, M., & Strand, F. (2023). Artificial intelligence for breast cancer detection in screening mammography in Sweden: a prospective, population-based, paired-reader, non-inferiority study. *The Lancet Digital Health*, 5(10), e703–e711. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(23\)00153-X](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(23)00153-X)

- Díaz, E., Fernández, J., Krakobsky, V., & Rossi, M. (2023). El papel de la inteligencia artificial en el cáncer de mama: Una revolución en la detección, diagnóstico, tratamiento y seguimiento. *Revista Argentina de Mastología*, 42.
- ecancer. (2023, junio 8). *La IA supera al modelo estándar de riesgo para predecir el cáncer de mama*. <https://ecancer.org/es/news/23188-la-ia-supera-al-modelo-estandar-de-riesgo-para-predecir-el-cancer-de-mama>.
- GEICAM. (2022, julio 13). *RAGMA22: Inteligencia artificial en el abordaje del cáncer de mama*. <https://www.geicam.org/actualidad/ragma22-inteligencia-artificial-en-el-abordaje-del-cancer-de-mama>.
- Herndon, J. (2019, noviembre 15). *Una guía integral sobre el cáncer de mama*. <https://www.healthline.com/health/es/cancer-de-mama>.
- Instituto Nacional del Cáncer. (s/f). *Tumor*. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/tumor>.
- Instituto Nacional del Cáncer. (2021, mayo 5). *¿Qué es el cáncer?* <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es>.
- Lanzagorta-Ortega, D., Carrillo-Pérez, D. L., & Carrillo-Esper, R. (2022). Artificial intelligence in medicine: present and future. *Gaceta Médica de México*, 158, 55–59. <https://doi.org/10.24875/GMM.M22000688>
- Lanzagorta-Ortega, D., Carrillo-Pérez, D. L., & Carrillo-Esper, R. (2023). Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro. *Gaceta Médica de México*, 158(91). <https://doi.org/10.24875/GMM.M22000688>
- Mayo Clinic. (2022, diciembre 7). *Diagnóstico*. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/cancer/diagnosis-treatment/drc-20370594>.

- Mayo Clinic. (2024a, febrero 10). *Cáncer de mama*. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/breast-cancer/symptoms-causes/syc-20352470>.
- Mayo Clinic. (2024b, febrero 10). *Diagnóstico*. <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/breast-cancer/diagnosis-treatment/drc-20352475>.
- Medical News Today. (2022a, junio 22). *What are the different types of tumor?*
https://www.medicalnewstoday.com/articles/249141?_x_tr_hist=true#malignant.
- Medical News Today. (2022b, diciembre 2). *¿Cuáles son los síntomas del cáncer de mama?*
<https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/sintomas-de-cancer-de-mama>.
- National Cancer Institute. (2015a, abril 29). *Alcohol*. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk/alcohol>.
- National Cancer Institute. (2015b, diciembre 23). *Risk Factors for Cancer*.
<https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk>.
- National Library of Medicine. (2007). *Cancer Control: Knowledge into Action: WHO Guide for Effective Programmes: Module 2: Prevention*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK195369/>.
- Ng, A. Y., Oberije, C. J. G., Ambrózay, É., Szabó, E., Serfőző, O., Karpati, E., Fox, G., Glocker, B., Morris, E. A., Forrai, G., & Kecskemethy, P. D. (2023). Prospective implementation of AI-assisted screen reading to improve early detection of breast cancer. *Nature Medicine*, 29(12), 3044–3049. <https://doi.org/10.1038/s41591-023-02625-9>
- Organización Mundial de la Salud. (2022, febrero 3). *Cáncer*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>.
- Organización Mundial de la Salud. (2024, marzo 30). *Cáncer de mama*.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>.

- Park, E. K., Lee, H., Kim, M., Kim, T., Kim, J., Kim, K. H., Kooi, T., Chang, Y., & Ryu, S. (2024). Artificial Intelligence-Powered Imaging Biomarker Based on Mammography for Breast Cancer Risk Prediction. *Diagnostics, 14*(12).
<https://doi.org/10.3390/diagnostics14121212>
- Portal Clínic. (2018a, noviembre 12). *Causas del Cáncer*.
<https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/cancer/causas-y-factores-de-riesgo>.
- Portal Clínic. (2018b, noviembre 12). *¿Qué es el Cáncer?*
<https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/cancer>.
- Portal Oficial del Estado Argentino. (s/f-a). *Cáncer de mama*.
<https://www.argentina.gob.ar/salud/cancer/tipos/cancer-de-mama>.
- Portal Oficial del Estado Argentino. (s/f-b). *Cáncer de mama*.
<https://www.argentina.gob.ar/salud/cancer/tipos/cancer-de-mama>.
- Wiesner-Ceballos, C., Puerto, D., Diaz-Casas, S., Sánchez, O., Hernando-Murillo, R., & Bravo, L. E. (2020). Políticas basadas en la evidencia científica: el caso del control del cáncer de mama en Colombia. *Revista Colombiana de Cancerología, 24*(3), 98–107.
<https://doi.org/10.35509/01239015.261>