



Universidad Santander

Reacreditación Institucional por el CONEAUPA según Resolución 20
publicada en Gaceta Oficial el 04/01/2023 - República de Panamá

UNIVERSIDAD SANTANDER

Facultad de Ciencia de la Salud

Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA

EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DEL CÁNCER DE PULMÓN, REVISIÓN

BIBLIOGRÁFICA-2024

Trabajo de grado para optar por el título de Licenciatura en Radiología e Imágenes

Diagnósticas

AUTOR/ES:

Naiper Junior Rosales Tocamo

Katherine Itzel Smith Jiménez

Jason Fabian Herman Perea

Director del Trabajo:

Jacinto Bustamante Vargas

Asesor metodológico:

Johana Gutiérrez Zehr

Panamá, 9 de mayo de 2025

DEDICATORIA

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fuerza, la salud y la sabiduría necesaria para superar cada desafío durante esta etapa de mi vida.

A mis padres, Naiper Rosales y Edelmira Tocamo, por su amor incondicional, apoyo constante y enseñanzas que siempre han sido mi guía y motivación. Su fe en mí ha sido fundamental para alcanzar este logro.

A mi asesora de tesis, Johana Gutiérrez, por su valiosa orientación, paciencia y dedicación durante el desarrollo de esta investigación. Sus consejos y experiencia enriquecieron enormemente este trabajo.

A mis compañeros y amigos, quienes me brindaron palabras de aliento, compartieron conocimientos y me acompañaron en este camino lleno de retos.

Finalmente, agradezco a la Universidad Santander, por las herramientas y recursos que me proporcionaron para llevar a cabo esta investigación, así como a los profesionales del área por su colaboración y disposición.

A todos ustedes, gracias por formar parte de este sueño hecho realidad.

Naiper Rosales

A Dios, por darme la fortaleza, sabiduría y paciencia para enfrentar este camino.

A mi abuela, Emilia Sire, por sus palabras de aliento y consejos que me brindó en este proceso de superación académica.

A mis compañeros de tesis, por su apoyo, colaboración y las valiosas discusiones que enriquecieron este proceso.

Katherine Smith

A mis padres, quienes con su dedicación y esfuerzo han sido fundamentales para lograr este objetivo. Agradezco por confiar en mí, por ser figura de perseverancia y superación, por su apoyo constante en todo lo que emprendo.

A mis amigos y compañeros, quienes me acompañaron en este camino, brindándome su apoyo y comprensión.

Jason Herman

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darnos el conocimiento y sabiduría en este trabajo de grado.

A nuestro profesor, Lic. Jacinto Bustamante por su guía, paciencia y por su conocimiento que nos ayudó a concluir este trabajo de grado.

A nuestro asesor metodológico, Johana Gutiérrez Zehr por su experiencia, conocimiento y dedicación que nos guió en este camino.

A nuestra familia, por su amor incondicional, por su apoyo constante y por enseñarnos que con esfuerzo y dedicación podemos alcanzar nuestros sueños.

A nuestras amistades, por sus palabras de aliento y ofrecer su ánimo constante en los momentos difíciles.

A lo largo de este camino, muchas personas han dejado una huella en este proyecto y en nuestras vidas. A todas ellas nuestro más profundo agradecimiento.

Autores

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) en la radiología tomográfica computarizada (TC) para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, se refiere al uso de algoritmos y sistemas computarizados avanzados, para analizar imágenes médicas y ayudar a los radiólogos en la detección, clasificación y seguimiento de lesiones pulmonares sospechosas. El estudio se llevó a cabo con fines de describir el beneficio de la inteligencia artificial, en la radiología tomográfica computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, bajo revisión bibliográfica en el año 2024. En este contexto, la investigación se fundamenta en un estudio basado en revisión documental, representada inicialmente por 40 documentos entre artículos, libros y memorias de eventos disponibles en bases de datos de acceso público en internet y en la Universidad de Santander. Tras un proceso de cribado cuidadoso, se seleccionaron 20 documentos que, tras un análisis detallado, fueron identificados como las fuentes de información más pertinentes para el estudio. En ese sentido, el instrumento de diagnóstico fue la matriz bibliográfica. Partiendo de esta premisa, la investigación concluyó que los sistemas de IA en radiología tomográfica computarizada, han alcanzado niveles de especificidad comparables a los de los radiólogos experimentados, lo que confirma su eficacia y fiabilidad; por su parte, la implementación de la IA en la detección de cáncer de pulmón, ha permitido un diagnóstico más precoz, aumentando las posibilidades de tratamiento exitoso y mejora de la supervivencia del paciente.

Palabras Claves: Beneficio, inteligencia artificial, radiología, tomográfica computarizada, diagnóstico, cáncer de pulmón.

ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) in computed tomographic (CT) radiology for the early diagnosis of lung cancer refers to the use of advanced computerized algorithms and systems to analyze medical images and assist radiologists in the detection, classification and monitoring of suspicious lung lesions. The study was carried out with the aim of describing the benefit of artificial intelligence in computed tomographic radiology for the early diagnosis of lung cancer under bibliographic review in 2024. In this context, the research is based on a study based on a documentary review, initially represented by 40 documents including articles, books and event proceedings available in publicly accessible databases on the Internet and at the University of Santander. After a careful screening process, 20 documents were selected which, after a detailed analysis, were identified as the most relevant sources of information for the study. In this sense, the diagnostic instrument was the bibliographic matrix. Based on this premise, the research concluded that AI systems in computed tomographic radiology have reached specificity levels comparable to those of experienced radiologists, confirming their effectiveness and reliability; for its part, the implementation of AI in the detection of lung cancer has allowed for earlier diagnosis, increasing the chances of successful treatment and improving patient survival

Keywords: Benefit, Artificial Intelligence, Radiology, Computed Tomography, Diagnosis, Lung Cancer.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
ÍNDICE GENERAL	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1. El Problema de Investigación	4
1.1. Descripción del problema de investigación	4
1.1.1. Planteamiento del Problema o Pregunta de Investigación	7
1.2. Justificación	7
1.3. Objetivos.....	9
1.3.1. Objetivo General.....	9
1.3.2. Objetivos Específicos.....	9
1.4. Delimitación la línea y sub - línea de investigación.....	10
CAPÍTULO II.....	12

MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Marco Histórico	13
2.2. Marco Legal.....	19
2.3. Marco Referencial	25
2.3.1. Análisis de la Precisión, Sensibilidad y Especificidad de la IA en Tomografía Computarizada	26
2.3.1.1. Fundamentos de la Precisión en Diagnósticos por IA	28
2.3.1.2. Evaluación de la Sensibilidad de los Sistemas de IA	29
2.3.1.3. Estudio de la Especificidad en la Identificación de Patologías Pulmonares	31
2.3.2. Identificación de Algoritmos de IA para el Diagnóstico Temprano del Cáncer de Pulmón.....	32
2.3.2.1. Clasificación y Características de Algoritmos de Aprendizaje Profundo ...	34
2.3.2.2. Impacto de los Algoritmos de Aprendizaje Automático en la Radiología..	36
2.3.2.3. Comparación de Algoritmos Convencionales y Emergentes en IA	38
2.3.3. Limitaciones de la IA en la Tomografía Computarizada.....	39
2.3.3.1. Desafíos Técnicos en la Integración de la IA en Radiología	41
2.3.3.2. Barreras de Implementación Práctica en Entornos Clínicos	42
2.3.3.3. Consideraciones Éticas y Legales de la IA en Diagnóstico Médico.....	43
2.4. Marco Contextual.....	45
2.4.1. Influencia de las Tendencias Tecnológicas en la Radiología.....	45

2.4.1.1. Avances en Inteligencia Artificial y su Aplicación en Radiología	47
2.4.2. Impacto Socioeconómico en la Adopción de Tecnologías de Diagnóstico	48
2.4.2.1 Factores Socioeconómicos que Afectan la Implementación de la IA en la Salud	50
CAPÍTULO III.....	53
MARCO METODOLÓGICO	53
3.1. Tipo y diseño de Investigación	54
3.2. Fuentes.....	55
3.3.3. Criterios de inclusión y exclusión	57
3.4. Consideraciones éticas.....	58
3.5. Métodos para la recolección de los datos	59
3.6. Procedimiento	60
CAPÍTULO IV.	63
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	63
4.1. Presentación de los Resultados	64
4.2. Discusión de los resultados.....	78
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS.....	92

Anexo 1. Presupuesto.....	93
Anexo 2. Cronograma de Actividades	94
Anexo 3. Inscripción proyecto.....	95
Anexo 4. Exención Comité Bioética.....	96
Anexo 5. Carta y Diploma revisión profesor español.....	97
Anexo 6. Estrategia Informativa.....	100

ÍNDICE DE TABLA

	Página
Tabla 1. Matriz bibliográfica	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Tecnología médica e inteligencia artificial	45
Figura 2. RADIOLOGÍA IA	47
Figura 3. La Inteligencia Artificial (IA) en radiología	49
Figura 4. Demanda servicios médicos Panamá	51
Figura 5. Diagrama de flujo de la presente revisión documental	59

INTRODUCCIÓN

En esta era de rápidos avances tecnológicos, la inteligencia artificial se ha posicionado como una herramienta transformadora en muchas disciplinas, con la medicina siendo una de las más beneficiadas. Particularmente en el diagnóstico del cáncer de pulmón, la IA ofrece la promesa de mejorar significativamente las capacidades diagnósticas, mediante la interpretación más precisa y rápida de grandes volúmenes de datos de imagen, lo cual es esencial para detectar la enfermedad en sus etapas más tempranas (Smith y Liu, 2021).

El cáncer de pulmón sigue siendo una de las principales causas de mortalidad relacionada con el cáncer en todo el mundo, donde la detección temprana es crucial para mejorar las tasas de supervivencia. Tradicionalmente, la radiología ha dependido de la observación y el juicio del radiólogo, para interpretar las imágenes tomográficas computarizadas.

Sin embargo, la integración de la inteligencia artificial en este proceso no solo refina lo que el ojo humano puede percibir, sino que también descubre patrones ocultos y sutilezas que pueden escapar a la detección manual. Esta capacidad de la IA para analizar imágenes con un nivel de detalle superlativo, representa un avance prometedor en la lucha contra enfermedades tan letales como el cáncer de pulmón (Rodríguez y Fernández, 2022).

En el ámbito nacional en Panamá, la adopción de tecnologías avanzadas como la IA en la radiología, no solo es un paso hacia la modernización de nuestra infraestructura médica, sino también una necesidad urgente para abordar los desafíos de salud pública. Con recursos limitados y una distribución desigual de especialistas médicos, especialmente en áreas remotas, la IA tiene el potencial de hacer que los diagnósticos de alta calidad sean más accesibles y oportunos, reduciendo así la brecha en la atención médica y elevando los estándares de cuidado en todo el país.

Sin embargo, mientras se explora las posibilidades que ofrece la IA, también se debe ser conscientes de sus limitaciones y los desafíos éticos que plantea. La dependencia de algoritmos puede llevar a problemas de sesgo, privacidad y seguridad de los datos, y estos aspectos deben abordarse con rigurosidad, para garantizar que la tecnología sirva al bienestar del paciente sin comprometer sus derechos.

Ahora bien, el diseño estructural de este estudio ha sido meticulosamente organizado en capítulos que permiten una exploración ordenada y exhaustiva del tema tratado:

Capítulo I: Introducción al Estudio: Este primer capítulo establece una sólida base para el estudio, identificando los componentes esenciales del problema de investigación.

Capítulo II: Fundamentos Teóricos: Aquí se explora el contexto histórico, legal y teórico que fundamenta la investigación.

Capítulo III: Estrategias Metodológicas: Este capítulo detalla los métodos empleados en la investigación, justificando el uso de la inteligencia artificial en la radiología tomográfica computarizada.

Capítulo IV: Evaluación de los Datos: En este segmento se presenta y analiza meticulosamente la información recabada, específicamente los resultados derivados de la inteligencia artificial en la radiología tomográfica computarizada.

Conclusión y Recomendaciones: El estudio culmina con un resumen de los descubrimientos más relevantes y sugiere recomendaciones basadas en estos hallazgos. Se subraya la importancia de persistir en la investigación dentro de este ámbito, y se sugieren posibles direcciones para futuros estudios.

Referencias: Se proporciona una lista completa de todas las fuentes consultadas durante la investigación, asegurando el reconocimiento adecuado a los trabajos anteriores que han contribuido al enriquecimiento de este estudio.

CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. El Problema de Investigación

1.1. Descripción del problema de investigación

En el ámbito mundial, la inteligencia artificial (IA) está revolucionando la radiología tomográfica computarizada, especialmente en la detección temprana del cáncer de pulmón. Esta tecnología no solo mejora la precisión diagnóstica al identificar patrones sutiles en las imágenes que pueden escapar al ojo humano, sino que también aumenta la velocidad con la que los radiólogos pueden evaluar y diagnosticar las imágenes (Chen, Zhang y Xu, 2020).

El uso de IA en la tomografía computarizada permite un análisis más profundo de los datos radiológicos, facilitando la identificación de etapas tempranas del cáncer de pulmón, lo que es crucial para mejorar las tasas de supervivencia de los pacientes. La capacidad de la IA para aprender de grandes volúmenes de datos y mejorar continuamente con cada imagen analizada, proporciona una herramienta invaluable para los médicos en la lucha contra esta enfermedad mortal.

A nivel nacional en Panamá, la integración de la inteligencia artificial en la radiología tiene un potencial significativo para superar algunos desafíos específicos del país, como la escasez de especialistas en áreas remotas y la necesidad de mejorar los tiempos de respuesta diagnóstica. Implementar IA en la tomografía computarizada podría democratizar el acceso a diagnósticos de alta calidad, permitiendo que las instalaciones médicas en zonas menos desarrolladas ofrezcan evaluaciones precisas y tempranas del cáncer de pulmón.

Esto podría traducirse en un programa nacional de cribado más efectivo, reduciendo la incidencia de diagnósticos tardíos y mejorando los resultados de salud pública. Además, la IA puede ayudar a reducir las tasas de falsos positivos y negativos, optimizando los recursos del sistema de salud y concentrando los esfuerzos de tratamiento en los pacientes que más lo necesitan (Patel y Gupta, 2019).

La adecuada preparación y formación en la implementación de la inteligencia artificial en la radiología es fundamental para capitalizar sus beneficios. Los profesionales de la salud deben estar equipados no solo con el conocimiento técnico para operar estas tecnologías avanzadas, sino también con una comprensión crítica de sus capacidades y limitaciones.

La educación continua en IA aplicada a la radiología debe ser una prioridad para las instituciones educativas y sanitarias, asegurando que los radiólogos y técnicos estén preparados para integrar estas herramientas en su práctica diaria. Esta capacitación debe incluir aspectos éticos de la IA, como el manejo de datos del paciente y la interpretación responsable de los resultados automatizados, para asegurar que la adopción de la tecnología refuerce la calidad y humanización de la atención al paciente.

Este enfoque integrado y humanizado en la adopción de la inteligencia artificial en la radiología tomográfica computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, no solo transformará la práctica clínica en Panamá, sino que también establecerá un modelo a seguir para otros países, que buscan mejorar sus servicios de salud a través de tecnologías innovadoras. Según Lee (2021), la continuidad y coherencia en la formación, junto con un enfoque nacional e internacional colaborativo, permitirán aprovechar al máximo las capacidades de la IA para mejorar los resultados en salud, y avanzar hacia una atención médica más eficaz y compasiva.

En ese sentido, el presente estudio que lleva por título “Inteligencia artificial en la tomografía computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, revisión bibliográfica-2024” toma lugar debido que existen desafíos significativos que requieren atención. A pesar de los avances tecnológicos, una de las principales problemáticas que enfrenta la institución es la falta de infraestructura tecnológica adecuada, y la actualización

periódica de los sistemas de IA, lo que puede llevar a diagnósticos menos precisos o a un uso subóptimo de los datos disponibles.

Esta limitación se agrava por la variabilidad en la calidad de las imágenes tomográficas, que es crucial para la efectividad del diagnóstico asistido por IA. Sin equipos adecuados y actualizados, la promesa de la IA para mejorar la detección y el tratamiento precoz del cáncer de pulmón se ve comprometida, afectando directamente la calidad del cuidado al paciente y la eficiencia del diagnóstico clínico.

Por otro lado, un desafío igualmente significativo es el desconocimiento generalizado y la falta de apropiación del potencial de la IA entre los profesionales de la salud. La resistencia al cambio y la desconfianza en la automatización de procesos, que tradicionalmente han sido manuales son barreras notables.

Esta falta de familiaridad con la tecnología de IA limita su integración efectiva en la práctica radiológica diaria, lo que podría mejorar sustancialmente la identificación y seguimiento de indicadores tempranos de cáncer de pulmón. La educación y capacitación continuas en IA, son esenciales para asegurar que los radiólogos y técnicos no solo se familiaricen con esta tecnología, sino que también comprendan profundamente cómo puede coadyuvar en su trabajo, maximizando los beneficios, tanto para el diagnóstico como para el tratamiento de los pacientes.

Estos desafíos interrelacionados reflejan la necesidad urgente de abordar, tanto las limitaciones tecnológicas como las culturales dentro de las instituciones médicas. La adopción de IA en radiología no es solo una cuestión de adquirir tecnología avanzada, sino también de transformar la cultura organizacional para aceptar y adaptarse a estas herramientas innovadoras.

A medida que avanzamos, es imperativo que las estrategias institucionales no solo se enfoquen en la actualización tecnológica, sino también en programas de desarrollo profesional que preparen a los equipos médicos, para trabajar codo a codo con sistemas inteligentes, garantizando así un futuro donde la tecnología y el conocimiento humano se integren de manera efectiva en beneficio del paciente.

1.1.1. Planteamiento del Problema o Pregunta de Investigación

Visto de esta forma, surgen las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son los beneficios de la inteligencia artificial en la tomografía computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, bajo revisión bibliográfica en el año 2024?

1.2. Justificación

La implementación de la inteligencia artificial (IA) en la tomográfica computarizada constituye un avance crucial en el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, justificando ampliamente la realización de una investigación exhaustiva sobre su aplicación y efectividad. La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos con una precisión y velocidad superiores a las técnicas convencionales, promete transformar el diagnóstico del cáncer de pulmón, permitiendo intervenciones más tempranas que podrían significar una diferencia sustancial, en la supervivencia de los pacientes.

Este estudio se justifica por la urgente necesidad de aprovechar estas tecnologías avanzadas, para mejorar las tasas de detección temprana de una enfermedad, que sigue siendo una de las principales causas de muerte por cáncer a nivel mundial. Investigar cómo la IA puede ser optimizada y adaptada a los flujos de trabajo clínicos, no solo mejora los resultados de los pacientes, sino que también establece un marco de referencia para futuras integraciones tecnológicas en la medicina diagnóstica.

Además, la importancia de este estudio radica en su capacidad para iluminar las posibles áreas de mejora en la práctica radiológica actual, y proponer soluciones basadas en la inteligencia artificial, que sean tanto efectivas como eficientes. La radiología tomográfica computarizada asistida por IA puede ofrecer un análisis más detallado y matizado de las imágenes pulmonares, destacando anomalías que podrían pasar desapercibidas sin este soporte tecnológico. Por tanto, la profundización en la investigación de estas tecnologías no solo es pertinente, sino esencial para avanzar hacia un modelo de atención médica, que priorice la precisión diagnóstica y la personalización del tratamiento.

Desde una perspectiva socioeducativa e institucional, este estudio aportará significativamente al campo de la radiología y la oncología, al proporcionar evidencia sobre la eficacia de la IA, fortaleciendo la capacitación y la preparación de los futuros radiólogos en el uso de tecnologías avanzadas. La difusión de los conocimientos y habilidades relacionados con la IA en entornos académicos y clínicos, no solo mejorará la calidad de la educación y la práctica médica, sino que también fomentará una cultura de innovación y adaptación continua.

Institucionalmente, los hallazgos podrían guiar la toma de decisiones en cuanto a inversiones en tecnología de diagnóstico, promoviendo un enfoque más integrado y tecnológicamente avanzado en la atención médica. Reconociendo y maximizando el rol de la inteligencia artificial, las instituciones pueden mejorar significativamente la gestión de los recursos, optimizando, tanto los costos como los resultados clínicos en el tratamiento del cáncer de pulmón.

En conjunto, este estudio no solo aborda una necesidad clínica y tecnológica, sino que también propone un cambio paradigmático hacia una medicina más informada y

tecnológicamente habilitada, marcando un paso adelante en la lucha contra el cáncer de pulmón, a través de la innovación y la educación.

La investigación sobre la inteligencia artificial en la tomografía computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, por lo tanto, se posiciona como un elemento transformador dentro de la comunidad médica y académica, ofreciendo beneficios que trascienden los límites institucionales y geográficos.

Ahora bien, el conocimiento generado será útil, como base para futuras investigaciones, apoyando el desarrollo de herramientas de inteligencia artificial, cada vez más sofisticadas y precisas para el diagnóstico médico. Los resultados se estarán divulgando en la página web de la Universidad Santander, así como también a través de un artículo que será sometido en revista indexada.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Describir el beneficio de la inteligencia artificial en la tomografía computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, bajo revisión bibliográfica en el año 2024.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar el uso de la inteligencia artificial en imágenes de tomografía computarizada para la detección temprana del cáncer de pulmón, por medio de su precisión, sensibilidad y especificidad.
- Identificar los principales algoritmos de inteligencia artificial utilizados para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, destacando sus características.
- Enumerar las limitantes que enfrentan los sistemas de inteligencia artificial en la tomografía computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón.

1.4. Delimitación la línea y sub - línea de investigación

La investigación que se propone enfocarse en el uso de la inteligencia artificial (IA) en la tomográfica computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, se delimita claramente dentro de la línea de investigación e innovación en radiología e imágenes, con una especialización en imágenes médicas. Este estudio se centra en analizar meticulosamente la eficacia de la IA en términos de precisión, sensibilidad y especificidad al interpretar imágenes tomográficas (O'Neill y McBride, 2020).

La precisión en la detección de indicativos tempranos de cáncer de pulmón es crucial, dado que la identificación precisa y rápida puede significar una mejora considerable en las tasas de supervivencia de los pacientes. La sensibilidad y especificidad de los algoritmos ayudarán a evaluar qué tan bien la IA puede distinguir entre casos benignos y malignos, lo que es esencial para evitar diagnósticos erróneos que podrían llevar a tratamientos innecesarios o, por el contrario, a la falta de tratamiento necesario.

Además, la investigación busca identificar y describir los principales algoritmos de inteligencia artificial, que están siendo implementados actualmente para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, destacando características como la capacidad de aprendizaje automático, la integración de múltiples fuentes de datos y la adaptabilidad a nuevos patrones de enfermedad. Al mismo tiempo, es fundamental enumerar y analizar las limitaciones que enfrentan estos sistemas de IA.

Estas pueden incluir la dependencia de grandes volúmenes de datos de alta calidad, la necesidad de ajustes constantes a los algoritmos, para mejorar su precisión y la gestión de los errores de tipo falso positivo y falso negativo. Comprender estas limitantes es crucial para optimizar la aplicación de la IA en el campo radiológico, y para preparar el terreno para futuras innovaciones que puedan superar estos desafíos.

A través de este enfoque, el estudio no solo contribuye a la literatura científica existente, sino que también orienta las futuras direcciones de investigación y desarrollo en la integración de la inteligencia artificial en la práctica radiológica, marcando un hito en la mejora continua de las técnicas diagnósticas en el campo de la salud.

Partiendo de esta premisa se delimita la línea y sub - línea de investigación:

- Línea de investigación e innovación: “Radiología e imágenes”
- Sub – línea de investigación e innovación: “Imágenes médicas”

CAPÍTULO II.
MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Histórico

Como señala Arias (2019), el marco histórico es crucial para entender la trayectoria y la situación presente de cualquier área de estudio. Este enfoque permite a los investigadores rastrear los antecedentes y los eventos clave, que han configurado un campo específico, esclareciendo las secuencias de desarrollo que han resultado en las condiciones actuales.

Este componente es indispensable en cualquier estudio académico, ya que descubre cómo las acciones pasadas, los hallazgos y las evoluciones han afectado la manera en que actualmente se aborda y comprende un tema en particular. Profundizar en el marco histórico implica analizar detenidamente los acontecimientos, que han sido cruciales en la evolución del campo de estudio.

Al examinar estos antecedentes, no solo se recopilan datos temporales o descripciones de hechos antiguos, sino que también se considera su influencia en las metodologías modernas. Esto abarca un estudio de cómo han cambiado las percepciones y cómo las políticas establecidas en respuesta a estos cambios, han influido en las normas y métodos que rigen hoy día.

Antecedentes Históricos

Mendoza (2021), en su trabajo especial de grado titulado “Aplicaciones de Inteligencia Artificial en la Detección Temprana del Cáncer de Pulmón: Un Análisis Comparativo”, ha sido fundamental para comprender cómo la inteligencia artificial puede transformar el diagnóstico de enfermedades pulmonares. Este estudio, realizado en Colombia, se enfocó en identificar las capacidades y limitaciones de los sistemas de IA en la interpretación de imágenes tomográficas, con el propósito de mejorar las estrategias de detección temprana del cáncer de pulmón.

Se aplicó un diseño de investigación cuantitativo, exploratorio y descriptivo, seleccionando una muestra representativa de radiografías de pacientes diagnosticados en etapas tempranas de cáncer de pulmón entre los años 2018 y 2020. La metodología incluyó el uso de varios algoritmos de IA para analizar las imágenes, comparando su efectividad con la de radiólogos expertos. Los instrumentos empleados fueron software de análisis de imagen basados en IA, validados para su precisión y fiabilidad. Los resultados mostraron que los algoritmos de IA lograron identificar pequeñas anomalías en las imágenes, que a menudo eran pasadas por alto por los humanos, demostrando una sensibilidad y especificidad superiores en muchos casos.

Las conclusiones destacaron la potencialidad de la IA para cambiar el paradigma del diagnóstico radiológico, subrayando la necesidad de integrar estas tecnologías en la práctica clínica habitual. El estudio concluyó que la implementación de la IA podría reducir significativamente los tiempos de diagnóstico, y mejorar las tasas de detección temprana de cáncer, lo que a su vez podría impactar positivamente en los resultados del tratamiento y en la supervivencia de los pacientes.

El antecedente mencionado es de gran relevancia para el estudio actual, ya que, se establece un precedente valioso, sobre cómo la tecnología de IA puede ser aplicada efectivamente para mejorar los diagnósticos en radiología, proporcionando un marco histórico y técnico, que soporta y justifica la necesidad de continuar explorando esta tecnología en contextos clínicos.

Ramírez (2022) en su trabajo especial de grado titulado “Optimización del Diagnóstico de Cáncer de Pulmón Mediante Inteligencia Artificial: Un Enfoque Radiológico”, se examina cómo la incorporación de técnicas avanzadas de inteligencia artificial (IA) puede revolucionar la precisión en la detección temprana del cáncer de pulmón, a través de la

radiología tomográfica computarizada. El propósito de este trabajo, desarrollado en México, es demostrar la capacidad de la IA, para mejorar significativamente los resultados diagnósticos comparados con los métodos tradicionales, abordando, tanto la rapidez como la precisión del diagnóstico.

La metodología empleada fue cuantitativa, con un diseño no experimental, transversal y descriptivo. La investigación se centró en una muestra de 500 imágenes tomográficas de pacientes sospechosos de tener cáncer de pulmón, recopiladas entre 2019 y 2021. Los algoritmos de IA, entrenados previamente con miles de imágenes anotadas, fueron utilizados para analizar este conjunto de datos. Los instrumentos de medición incluyeron software de IA especializado que proporcionó evaluaciones automáticas de las imágenes, las cuales fueron posteriormente verificadas por radiólogos expertos. Los resultados indicaron que la IA identificó anomalías con una precisión del 95 %, superando la precisión del diagnóstico humano, que se situó en el 87 %.

Las conclusiones resaltaron la eficacia de la inteligencia artificial en la identificación de indicadores tempranos de cáncer de pulmón, sugiriendo que su implementación podría ser crucial para mejorar los tiempos de respuesta, en el diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad. Además, el estudio sugirió que la integración de IA en la radiología podría reducir la carga de trabajo de los radiólogos, permitiéndoles concentrarse en casos más complejos y en la toma de decisiones clínicas.

Ahora bien, la investigación es fundamental para el estudio actual, ya que proporciona un antecedente importante sobre la efectividad y aplicabilidad de la inteligencia artificial en la radiología tomográfica computarizada, para el diagnóstico del cáncer de pulmón. Este antecedente no solo valida la dirección de nuestra investigación, sino que también fortalece el marco teórico, al demostrar que la tecnología de IA puede ser un aliado significativo en la

lucha contra el cáncer de pulmón, estableciendo un precedente para futuras investigaciones y aplicaciones clínicas en Panamá y más allá.

Vargas (2023) en su trabajo especial de grado titulado “Mejora del Diagnóstico de Cáncer de Pulmón mediante Tecnologías de IA en Radiología Tomográfica Computarizada”, realizado en Costa Rica, el propósito de este artículo fue evaluar cómo las tecnologías de IA pueden optimizar la precisión en la detección de cáncer de pulmón, destacando las mejoras en la detección temprana y en la carga de trabajo de los radiólogos.

El estudio adoptó una metodología documental, revisando exhaustivamente literatura y estudios previos desde 2015 hasta 2023. Se centró en un análisis comparativo de diversas investigaciones que aplicaron algoritmos de IA en la interpretación de imágenes de tomografía computarizada. La población de estudio comprendió datos acumulados de más de 10,000 pacientes en varios continentes, con muestras de imágenes radiológicas que fueron analizadas, tanto manualmente por profesionales como automáticamente por sistemas de IA.

Los instrumentos utilizados incluyeron software de diagnóstico basado en IA, como sistemas de aprendizaje profundo, que fueron evaluados en términos de su eficacia, para identificar patologías pulmonares. Los resultados indicaron una mejora notable en la detección de tumores de menos de 1 cm de diámetro, una tarea que generalmente presenta dificultades para los radiólogos sin asistencia de IA.

Las conclusiones resaltaron un incremento significativo en la sensibilidad y especificidad de los diagnósticos cuando se integraron tecnologías de IA, mostrando una reducción en los tiempos de evaluación y un aumento en la detección de cánceres en etapas iniciales, lo que podría potencialmente mejorar las tasas de supervivencia. Además, el estudio subrayó la importancia de la formación continua de los radiólogos en tecnologías emergentes,

para mantenerse al día con los avances en IA y garantizar su adecuada implementación en entornos clínicos.

La investigación es de especial relevancia para el estudio en Panamá, ya que proporciona un marco comparativo y un conjunto de resultados, que respaldan la viabilidad y la eficacia de implementar IA, en la radiología tomográfica computarizada. Este antecedente no solo enriquece el marco histórico, sino que también establece una base sólida sobre la cual es posible explorar adaptaciones y aplicaciones específicas de estas tecnologías, en el diagnóstico del cáncer de pulmón, adaptadas a este contexto y necesidades locales.

Torres (2022) en su trabajo especial de grado titulado “Avances en la Detección del Cáncer de Pulmón mediante IA: Un Estudio Integral en Puerto Rico”, el investigador explora cómo la inteligencia artificial puede revolucionar el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón. El propósito principal del artículo es examinar la eficacia y eficiencia de los algoritmos de IA, en la mejora de la precisión diagnóstica en las imágenes de tomografía computarizada, centrándose en los avances recientes y su aplicación en el ámbito médico puertorriqueño.

La metodología adoptada fue una revisión documental exhaustiva de estudios previos, combinando análisis cuantitativo y cualitativo, para evaluar la implementación de la IA en la radiología. Se revisaron más de cincuenta estudios internacionales y locales realizados entre 2018 y 2022, seleccionando aquellos que emplearon técnicas de aprendizaje profundo y aprendizaje automático, en la detección de patologías pulmonares.

La muestra incluyó datos de imágenes tomográficas computarizadas de aproximadamente 2,000 pacientes, analizadas, tanto por IA como por expertos humanos. Los instrumentos utilizados fueron software de IA de última generación, probados en términos

de sensibilidad, especificidad y velocidad de procesamiento, comparando sus resultados con los diagnósticos tradicionales realizados por radiólogos.

Las conclusiones destacaron que los sistemas de IA evaluados mostraron una superioridad notable, en la identificación de lesiones pulmonares pequeñas y en etapas tempranas, con una reducción significativa en los tiempos de diagnóstico y un aumento en la precisión, comparado con las evaluaciones humanas. Además, el estudio subrayó la reducción de la carga de trabajo para los radiólogos, y sugirió que la integración de la IA podría ser crucial, para mejorar el manejo clínico de los pacientes con cáncer de pulmón en Puerto Rico.

La investigación es de gran relevancia para el estudio actual en Panamá, ya que no solo proporciona un contexto histórico sobre el uso de la IA en la radiología, sino que también enfatiza la necesidad de integrar estas tecnologías, para optimizar el diagnóstico del cáncer de pulmón. Este antecedente fortalece la base teórica de nuestra investigación y demuestra la aplicabilidad y beneficios de la IA en entornos clínicos, ofreciendo un modelo valioso que podría adaptarse y replicarse en nuestro contexto local, para avanzar en la precisión diagnóstica y el tratamiento del cáncer de pulmón.

López (2021) en su trabajo especial de grado titulado “Aplicación de la Inteligencia Artificial en el Diagnóstico de Imágenes Médicas”. El propósito de esta tesis fue evaluar la eficacia de los algoritmos de inteligencia artificial, en la mejora de la precisión diagnóstica en radiología, especialmente en la detección de cáncer de pulmón.

La metodología empleada consistió en un estudio observacional descriptivo, utilizando una muestra de 500 imágenes de tomografía computarizada pulmonar, recopiladas de varios hospitales de Buenos Aires entre 2019 y 2020. El investigador utilizó un enfoque de aprendizaje profundo, con redes neuronales convolucionales, para analizar las imágenes. Los

resultados demostraron un aumento significativo en la precisión y sensibilidad del diagnóstico de cáncer de pulmón temprano, comparados con los métodos tradicionales de diagnóstico radiológico.

Las conclusiones resaltaron que la incorporación de inteligencia artificial en la radiología, no solo mejoró la capacidad diagnóstica, sino que también redujo el tiempo de interpretación de las imágenes. Esto, según su estudio, podría potencialmente llevar a una disminución en las tasas de mortalidad por cáncer de pulmón, gracias a intervenciones médicas más tempranas y precisas.

La relevancia de este antecedente para el estudio actual es significativa. No solo valida la importancia de continuar explorando y desarrollando aplicaciones de IA en la radiología, sino que también subraya la necesidad de ampliar este tipo de investigaciones en contextos clínicos, para verificar la aplicabilidad y los beneficios en diferentes poblaciones y entornos. Además, este trabajo anterior proporciona un marco sólido para discutir cómo la IA puede transformar la práctica médica en Argentina y más allá, destacando la importancia de nuestro estudio en el contexto de avances tecnológicos globales.

2.2. Marco Legal

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la tomográfica computarizada representa un avance significativo en el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, una enfermedad que continúa siendo una de las principales causas de mortalidad en Panamá.

Este enfoque tecnológico no solo promete mejorar la precisión y eficacia de los diagnósticos, sino también optimizar la utilización de recursos dentro del sistema de salud. Para garantizar que la implementación de estas tecnologías avanzadas se realice de manera ética y efectiva, es imprescindible anclar la investigación y práctica médica, dentro de un marco legal robusto.

Las leyes y decretos que estructuran este marco incluyen la Constitución de la República de Panamá, que subraya la responsabilidad del Estado de proteger la salud de sus ciudadanos; el Decreto Ejecutivo 1510 de 2014, que detalla la Estrategia Nacional para la Prevención y el Control Integral de las Enfermedades No Transmisibles; el Decreto de Gabinete 1 de 1969, que fundamenta la creación y funciones del Ministerio de Salud; y la Resolución No. 3659 de 2017, que adopta el Plan Estratégico Nacional para abordar estas enfermedades hasta 2019.

Cada uno de estos documentos legales no solo refuerza la importancia de la investigación y aplicación de la IA en el campo médico, sino que también establece las directrices para que su incorporación sea coherente con los objetivos de salud pública y bienestar general de la población. Esta base legal proporciona un respaldo sólido para explorar y expandir el uso de tecnologías innovadoras, en el diagnóstico y tratamiento del cáncer de pulmón, asegurando que se realicen con respeto a la ética y la legalidad vigente en Panamá.

En primer lugar, toma importancia la Constitución de la República de Panamá; para ello, a continuación, se presentan algunos artículos específicos que sirven de base legal para este estudio y su análisis correspondiente:

- Artículo 17

Este artículo establece que las autoridades de la República están instituidas para proteger en su vida, honra y bienes a los nacionales dondequiera se encuentren y a los extranjeros que estén bajo su jurisdicción. Esto es fundamental para la investigación ya que la implementación de inteligencia artificial en diagnóstico médico, busca precisamente mejorar la protección de la vida humana, mediante la detección temprana de enfermedades como el cáncer de pulmón.

- Artículo 110

Este artículo menciona que es función del Estado organizar la salud pública. La introducción de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial en el diagnóstico médico, está directamente relacionada con la mejora de los servicios de salud pública, haciendo el diagnóstico más eficiente y accesible, lo cual es un reflejo del compromiso estatal con la salud pública.

- Artículo 118

Este artículo sobre el régimen ecológico señala que el Estado regulará, supervisará y aplicará medidas de protección del ambiente. Aunque indirectamente relacionado, este artículo subraya la importancia de aplicar tecnologías avanzadas que también podrían ser utilizadas, para monitorizar y mejorar la salud ambiental, lo que a su vez tiene impactos directos en la salud pública, como en los casos de enfermedades respiratorias o cáncer de pulmón.

El análisis de estos artículos en el contexto de la investigación muestra cómo el marco legal panameño no solo apoya, sino que también exige mejoras continuas en la salud pública y la medicina. El uso de inteligencia artificial en radiología se alinea con estos mandatos constitucionales, fomentando un avance en la capacidad diagnóstica y tratamientos médicos más efectivos, que son críticos para la salud y bienestar de la población.

En segundo lugar, toma importancia el Decreto Ejecutivo 1510 del 19 de septiembre de 2014 que establece la Estrategia Nacional para la Prevención y el Control Integral de las Enfermedades No Transmisibles y sus factores de riesgo en Panamá; para ello, varios artículos de este decreto son especialmente relevantes para fundamentar y justificar la importancia y la necesidad de este estudio:

Artículo 1

Este artículo establece la Estrategia Nacional para la Prevención y el Control Integral de las Enfermedades No Transmisibles. Refleja directamente el propósito de la investigación, que busca mejorar las estrategias de detección temprana del cáncer de pulmón, una enfermedad no transmisible que representa una carga significativa para el sistema de salud panameño.

Artículo 2

Crea la Comisión Nacional Intersectorial de Prevención y Control de las Enfermedades No Transmisibles. Este artículo subraya la importancia de un enfoque interdisciplinario y coordinado, aspectos que son cruciales cuando se considera la implementación de nuevas tecnologías como la IA en el sistema de salud.

Artículo 5

Detalla las subcomisiones y sus roles en la reducción de la carga de enfermedades no transmisibles, incluyendo la detección precoz y atención oportuna. Resalta la relevancia de utilizar tecnologías avanzadas, como la IA, para mejorar la eficacia de los programas de salud pública.

El análisis de estos artículos muestra que la implementación de la IA en la tomografía computarizada para la detección temprana del cáncer de pulmón, no solo es una innovación tecnológica, sino también una necesidad respaldada por la política nacional de salud, que busca mejorar la eficiencia del diagnóstico y tratamiento de enfermedades crónicas. Este marco legal enfatiza la responsabilidad del Estado de integrar y utilizar tecnologías avanzadas para mejorar la salud pública, lo que directamente justifica y da impulso al estudio propuesto.

En tercer lugar, toma importancia el Decreto de Gabinete 1 del 15 de enero de 1969, que establece la creación del Ministerio de Salud en Panamá; para ello, los siguientes artículos del decreto son especialmente pertinentes para fundamentar el estudio:

Artículo 1

Este artículo crea el Ministerio de Salud, encargado de la promoción, protección, reparación y rehabilitación de la salud en Panamá. Estipula que el ministerio tiene la responsabilidad de determinar y dirigir la política de salud del gobierno, subrayando la importancia de integrar nuevas tecnologías para mejorar los servicios de salud.

Artículo 2

Encarga al Ministerio de Salud la formulación y ejecución del Plan Nacional de Salud. Esto es crucial para nuestra investigación, ya que el uso de la IA en radiología podría ser una parte integral de este plan, mejorando la capacidad del sistema de salud para diagnosticar de manera precoz enfermedades como el cáncer de pulmón.

Artículo 4

Establece que la creación del Ministerio de Salud busca racionalizar la utilización de recursos destinados a la salud, incluyendo la promoción y rehabilitación. Este artículo apoya la investigación sobre IA, al promover el uso eficiente de recursos tecnológicos en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

La importancia de estos artículos radica en su énfasis en mejorar la infraestructura de salud y la integración de tecnologías avanzadas, lo que es directamente relevante para nuestra investigación sobre IA en tomografía computarizada. El decreto también refleja un compromiso gubernamental con la innovación en salud, ofreciendo un marco legal para la implementación de tecnologías, que pueden mejorar el diagnóstico y el manejo de enfermedades no transmisibles como el cáncer de pulmón.

En resumidas cuentas, el Decreto de Gabinete 1 de 1969 no solo justifica legalmente la adopción de tecnologías innovadoras en el ámbito de la salud, sino que también establece las bases administrativas y de política para su implementación, resaltando la relevancia de la investigación actual en IA aplicada a la tomografía computarizada, que busca mejorar los resultados de salud para la población panameña, a través de un diagnóstico más eficiente y precoz.

En cuarto lugar, toma importancia la Resolución No. 3659 del 26 de diciembre de 2017, que adopta el Plan Estratégico Nacional para la Prevención y el Control Integral de las Enfermedades No Transmisibles y sus Factores de Riesgo 2014 – 2019; para ello, los siguientes artículos de la resolución son particularmente pertinentes:

- Considerando que las enfermedades no transmisibles, incluido el cáncer, son las que originan el mayor número de muertes en el país:

Este punto subraya la alta prevalencia y el impacto significativo de estas enfermedades en Panamá, justificando la necesidad urgente de mejoras en métodos de diagnóstico y manejo, donde la IA en la tomografía computarizada podría jugar un papel crucial.

Artículo Primero:

Este artículo adopta oficialmente el Plan Estratégico Nacional, el cual incluye medidas para la promoción de la salud y la prevención de enfermedades. La aplicación de IA en radiología para el diagnóstico temprano de cáncer de pulmón, se alinea directamente con estos objetivos, ofreciendo una herramienta potente para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia del tratamiento.

- Que el avance en la prevención de las enfermedades se ha visto limitada por factores que deben ser combatidos, mediante la implementación de una estrategia integrada y participativa:

Este considerando refleja la necesidad de innovación en las estrategias de salud pública, incluyendo el uso de tecnología avanzada como la IA para superar los obstáculos existentes, en la prevención y manejo de enfermedades.

La importancia de estos artículos radica en cómo establecen un marco legal y operativo que no solo apoya, sino que impulsa la integración de la inteligencia artificial en prácticas médicas, particularmente en el diagnóstico y manejo de enfermedades no transmisibles como el cáncer de pulmón. La inclusión de la IA en las estrategias de diagnóstico es fundamental para mejorar los resultados de salud, a través de un diagnóstico más temprano y preciso, lo cual está en concordancia directa con los objetivos del plan estratégico nacional.

En conclusión, la Resolución No. 3659 y el Plan Estratégico Nacional establecen una base legal y práctica, que valida y promueve la investigación sobre el uso de la inteligencia artificial en la radiología, marcando un paso significativo hacia la mejora de la salud pública en Panamá y proporcionando un modelo legal, para la adopción de tecnologías innovadoras en el campo de la salud.

2.3. Marco Referencial

Dentro del ámbito académico, Hernández (2024) enfatiza el papel esencial del marco teórico como el eje central de cualquier investigación rigurosa. Este elemento clave no solamente orienta el curso del estudio, sino que también enriquece la comprensión del tema, al fomentar la interacción del investigador con el conocimiento previamente establecido.

A través del marco teórico, se exploran teorías, metodologías y principios desarrollados por expertos y académicos a lo largo de los años, ofreciendo una visión amplia y variada del

tema estudiado. Este proceso estructurado permite al investigador posicionar su trabajo en un panorama más extenso de saberes y discusiones académicas.

Al evaluar y contemplar las distintas teorías y modelos que han influenciado el área de estudio, el marco teórico no solamente subraya la importancia de la investigación, sino que también facilita la identificación de posibles vacíos en la literatura previa.

2.3.1. Análisis de la Precisión, Sensibilidad y Especificidad de la IA en Tomografía Computarizada

En el ámbito de la tomográfica computarizada, la inteligencia artificial (IA) ha surgido como una herramienta clave en la detección y diagnóstico temprano del cáncer de pulmón. Su aplicación en la interpretación de imágenes médicas ha generado un avance significativo en términos de precisión, sensibilidad y especificidad, factores cruciales para reducir la tasa de falsos positivos y negativos en los estudios radiológicos.

La precisión de los algoritmos de IA radica en su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos y reconocer patrones sutiles que, en algunos casos, podrían pasar desapercibidos para el ojo humano. Sin embargo, para que esta tecnología se adopte con mayor confianza en el ámbito clínico, es fundamental evaluar su rendimiento mediante métricas validadas, asegurando que la detección de lesiones pulmonares sea eficiente y reproducible.

De acuerdo con la investigación de Gómez y Fernández. (2022), la inteligencia artificial ha demostrado una sensibilidad superior al 90 %, en la detección de nódulos pulmonares en tomografía computarizada de baja dosis, lo que significa que es altamente efectiva en la identificación de casos positivos de la enfermedad. Además, su especificidad ha mejorado progresivamente con el refinamiento de los algoritmos de aprendizaje profundo, reduciendo la probabilidad de clasificaciones erróneas.

En ese sentido, este avance tecnológico podría optimizar los flujos de trabajo en los departamentos de radiología, al priorizar los estudios con hallazgos sospechosos y reducir la carga cognitiva de los especialistas. No obstante, subrayan la necesidad de una integración adecuada entre la IA y la supervisión humana, para evitar interpretaciones sesgadas y garantizar diagnósticos clínicamente relevantes.

El análisis de la precisión, sensibilidad y especificidad de la IA en radiología tomográfica computarizada, debe abordarse desde un enfoque riguroso y metodológico. La precisión se refiere a la capacidad del sistema para emitir diagnósticos correctos en relación con el número total de evaluaciones realizadas. La sensibilidad, por su parte, mide la proporción de casos reales de cáncer de pulmón que son correctamente identificados como positivos por la IA, lo que es fundamental para evitar falsos negativos que retrasen el tratamiento.

La especificidad, en cambio, evalúa la capacidad del algoritmo para reconocer correctamente los casos en los que no hay presencia de la enfermedad, minimizando los falsos positivos. Estos parámetros deben validarse a través de estudios clínicos comparativos, en los que se contrasten los resultados de la IA con el diagnóstico de radiólogos experimentados, asegurando que su aplicación en la práctica médica mantenga los estándares de calidad y confiabilidad, requeridos en la detección temprana del cáncer de pulmón.

En la evaluación integral de estos parámetros, es evidente que la inteligencia artificial representa una revolución en la radiología tomográfica computarizada, con implicaciones significativas para la detección precoz del cáncer de pulmón. No obstante, su implementación no debe ser vista como un reemplazo de la labor médica, sino como un complemento que optimiza la precisión diagnóstica y mejora los tiempos de respuesta en entornos clínicos.

La convergencia entre tecnología y experiencia humana es la clave para lograr una atención médica más eficiente, en la que la IA actúe como una herramienta de apoyo que maximiza la capacidad diagnóstica del profesional de la salud. A medida que la IA continúe evolucionando, será esencial la actualización constante de los especialistas en radiología, para garantizar su correcto uso y aprovechar su potencial en la mejora de la salud pública.

2.3.1.1. Fundamentos de la Precisión en Diagnósticos por IA

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito de la radiología ha transformado significativamente los procesos diagnósticos, especialmente en la detección temprana del cáncer de pulmón. La precisión en los diagnósticos es esencial para identificar correctamente la presencia o ausencia de patologías, minimizando, tanto los falsos positivos como los falsos negativos.

La IA, mediante algoritmos avanzados de aprendizaje profundo, analiza imágenes tomográficas con una exactitud que complementa y, en ocasiones, supera la interpretación humana, optimizando así la toma de decisiones clínicas.

Según Rodríguez (2020), la implementación de técnicas de IA en el análisis de imágenes médicas ha mejorado notablemente la precisión diagnóstica en casos de cáncer de pulmón. Los autores destacan que los algoritmos de aprendizaje profundo pueden identificar patrones sutiles en las tomografías computarizadas, que podrían pasar desapercibidos para el ojo humano, aumentando la tasa de detección temprana de esta patología. Este avance tecnológico no solo agiliza el proceso diagnóstico, sino que también contribuye a una intervención médica más oportuna y efectiva.

Para garantizar la precisión en los diagnósticos por IA, es fundamental considerar varios aspectos clave:

- Primero, la calidad y cantidad de los datos utilizados para entrenar los algoritmos determinan su capacidad para generalizar y reconocer patrones en diferentes poblaciones.
- Segundo, la robustez del modelo es crucial; este debe ser capaz de manejar variaciones en las imágenes, como diferencias en la resolución o en las técnicas de adquisición.
- Tercero, la validación cruzada y las pruebas en conjuntos de datos independientes son necesarias para evaluar el rendimiento real del sistema y evitar sobreajustes.
- Cuarto, la integración de la IA en el flujo de trabajo clínico debe ser fluida, permitiendo que los profesionales de la salud interpreten y verifiquen los resultados generados por la IA, asegurando así una colaboración efectiva entre la tecnología y la experiencia humana.

Reflexionando sobre lo anterior, es evidente que la precisión en los diagnósticos por IA en radiología tomográfica, depende de una sinergia entre datos de alta calidad, algoritmos robustos y la supervisión constante de profesionales médicos. Aunque la IA ofrece herramientas poderosas para mejorar la exactitud diagnóstica, su eficacia máxima se alcanza cuando se integra de manera complementaria con la pericia clínica. Esta colaboración no solo fortalece la confianza en los resultados obtenidos, sino que también garantiza que las decisiones médicas, se basen en un análisis exhaustivo y multidimensional, beneficiando en última instancia al paciente.

2.3.1.2. Evaluación de la Sensibilidad de los Sistemas de IA

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta revolucionaria en el campo de la radiología, especialmente en la detección temprana del cáncer de pulmón

mediante tomografía computarizada (TC). La sensibilidad de un sistema de IA se refiere a su capacidad para identificar correctamente los casos positivos de una enfermedad, es decir, detectar la presencia de cáncer cuando este realmente existe.

Una alta sensibilidad es crucial en el contexto oncológico, ya que garantiza la identificación precoz de lesiones malignas, permitiendo intervenciones terapéuticas oportunas y mejorando significativamente el pronóstico del paciente.

Portero (2025) destaca que la combinación de IA con tomografías computarizadas de dosis baja mejora, tanto la sensibilidad como la especificidad en el diagnóstico oportuno del cáncer de pulmón. Los autores señalan que la IA es capaz de analizar múltiples parámetros en las imágenes, proporcionando un análisis más preciso y reduciendo la incidencia de falsos negativos y falsos positivos. Esta capacidad de la IA para detectar patrones sutiles en las imágenes médicas supera, en ocasiones, la percepción humana, lo que la convierte en una herramienta valiosa en la práctica clínica.

Para evaluar la sensibilidad de los sistemas de IA en la detección del cáncer de pulmón, es fundamental seguir un enfoque metodológico riguroso. Inicialmente, se debe contar con un conjunto de datos amplio y representativo, que incluya imágenes de pacientes con diagnósticos confirmados de cáncer de pulmón y de individuos sanos. Estos datos se dividen en conjuntos de entrenamiento y validación. El sistema de IA se entrena utilizando el conjunto de entrenamiento, ajustando sus algoritmos para reconocer características asociadas a lesiones malignas.

Posteriormente, se evalúa su desempeño con el conjunto de validación, determinando la proporción de casos positivos correctamente identificados. Es esencial que esta evaluación considere diversos estadios y tipos histológicos del cáncer de pulmón, así como variaciones

en la calidad y resolución de las imágenes, para asegurar la robustez y generalización del sistema en diferentes contextos clínicos.

La integración de sistemas de IA en la radiología torácica representa un avance significativo hacia la mejora de la sensibilidad diagnóstica en el cáncer de pulmón. Sin embargo, es imperativo reconocer que la IA debe complementar, y no reemplazar, la experiencia clínica de los radiólogos. La colaboración entre tecnología y conocimiento médico, asegura una interpretación más precisa y contextualizada de los hallazgos, optimizando los resultados para el paciente.

Además, la implementación de la IA en entornos clínicos debe ir acompañada de una formación adecuada para los profesionales de la salud, garantizando un uso ético y efectivo de estas herramientas avanzadas.

2.3.1.3. Estudio de la Especificidad en la Identificación de Patologías Pulmonares

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado el campo de la radiología, especialmente en la identificación de patologías pulmonares, mediante técnicas avanzadas de imagen. La especificidad de un sistema de IA se refiere a su capacidad para identificar correctamente a los individuos que no presentan la enfermedad, es decir, su habilidad para minimizar los falsos positivos. Una alta especificidad es crucial en el diagnóstico de enfermedades pulmonares, ya que reduce la probabilidad de tratamientos innecesarios y la ansiedad asociada a diagnósticos erróneos.

Un estudio realizado por Teneda (2025) destaca que la integración de la IA con tomografías computarizadas de dosis baja mejora, tanto la sensibilidad como la especificidad en el diagnóstico oportuno del cáncer de pulmón. Los autores señalan que la IA proporciona

un análisis más preciso, reduciendo la incidencia de falsos positivos y negativos, lo que optimiza la precisión diagnóstica y contribuye a una intervención médica más efectiva.

Para evaluar la especificidad de los sistemas de IA en la identificación de patologías pulmonares, es fundamental seguir un enfoque metodológico riguroso. Inicialmente, se debe disponer de un conjunto de datos amplio y representativo, que incluya imágenes de pacientes sanos y de aquellos con diversas afecciones pulmonares. Estos datos se dividen en conjuntos de entrenamiento y validación. El sistema de IA se entrena utilizando el conjunto de entrenamiento, ajustando sus algoritmos para reconocer características asociadas a pulmones sanos y patológicos.

Posteriormente, se evalúa su desempeño con el conjunto de validación, determinando la proporción de casos negativos correctamente identificados. Es esencial que esta evaluación considere diversas condiciones pulmonares y variaciones en la calidad de las imágenes, para asegurar la robustez y generalización del sistema en diferentes contextos clínicos.

La implementación de sistemas de IA en la radiología torácica representa un avance significativo, hacia la mejora de la especificidad diagnóstica en patologías pulmonares. Sin embargo, es crucial reconocer que la IA debe actuar como una herramienta complementaria a la experiencia clínica de los radiólogos. La colaboración entre tecnología y conocimiento médico, asegura una interpretación más precisa y contextualizada de los hallazgos, optimizando los resultados para el paciente.

2.3.2. Identificación de Algoritmos de IA para el Diagnóstico Temprano del Cáncer de Pulmón

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta revolucionaria en el campo de la radiología, especialmente en la detección precoz del cáncer de pulmón mediante tomografía computarizada (TC). La capacidad de los algoritmos de IA para analizar grandes

volúmenes de datos y reconocer patrones sutiles en las imágenes, ha permitido mejorar la precisión diagnóstica, facilitando la identificación de lesiones pulmonares en etapas iniciales. Esta innovación tecnológica no solo optimiza la eficiencia en los procesos clínicos, sino que también incrementa las tasas de supervivencia al permitir intervenciones más tempranas y efectivas.

Un ejemplo destacado es el desarrollo de Sybil, una herramienta de IA diseñada para predecir el riesgo de cáncer de pulmón analizando imágenes de TC de baja dosis. Según Sequist. (2023), Sybil demostró una alta precisión en la predicción del riesgo de cáncer de pulmón, en individuos con y sin antecedentes significativos de tabaquismo. Este modelo de aprendizaje profundo analiza las exploraciones de TC, y estima la probabilidad de desarrollar cáncer de pulmón, en un período de uno a seis años, proporcionando una evaluación individualizada del riesgo y mejorando la eficacia del cribado.

La identificación de algoritmos de IA eficaces para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón implica un enfoque multidisciplinario, que integra conocimientos en radiología, informática y oncología. Inicialmente, se requiere la recopilación de un conjunto de datos extenso y representativo, compuesto por imágenes de TC de pacientes con diversas características demográficas y clínicas.

Estos datos se utilizan para entrenar modelos de aprendizaje profundo, como las redes neuronales convolucionales (CNN), que son capaces de extraer características relevantes de las imágenes y detectar anomalías indicativas de malignidad. El proceso de entrenamiento incluye técnicas como la transferencia de aprendizaje, donde modelos preentrenados en tareas similares se adaptan al nuevo conjunto de datos, y el aumento de datos, que genera variaciones de las imágenes existentes para mejorar la robustez del modelo.

Una vez entrenado, el algoritmo se valida utilizando conjuntos de datos independientes para evaluar su rendimiento en términos de sensibilidad, especificidad y precisión. Además, es esencial que estos sistemas se integren de manera fluida en el flujo de trabajo clínico, permitiendo a los radiólogos interpretar los resultados de la IA en conjunto con su experiencia médica, para tomar decisiones informadas sobre el manejo del paciente.

La implementación de algoritmos de IA en la detección temprana del cáncer de pulmón, es evidente que su éxito depende de una colaboración estrecha entre la tecnología y la práctica clínica. Si bien la IA ofrece una capacidad sin precedentes para analizar y detectar patrones complejos en las imágenes, su eficacia máxima se logra cuando complementa la experiencia y el juicio clínico de los profesionales de la salud.

La integración de estos sistemas en la práctica diaria requiere no solo de avances tecnológicos, sino también de una adaptación en los procesos clínicos y una formación continua de los especialistas, para garantizar un uso óptimo y ético de estas herramientas. En última instancia, la sinergia entre la inteligencia artificial y la medicina tradicional promete mejorar significativamente los resultados en la detección y tratamiento del cáncer de pulmón, beneficiando a los pacientes a través de diagnósticos más precisos y oportunos.

2.3.2.1. Clasificación y Características de Algoritmos de Aprendizaje Profundo

El aprendizaje profundo, o deep learning, ha revolucionado el campo de la inteligencia artificial (IA), especialmente en áreas como la radiología y el diagnóstico médico. Este enfoque se basa en redes neuronales artificiales de múltiples capas, que imitan el funcionamiento del cerebro humano, permitiendo la identificación y clasificación de patrones complejos en grandes volúmenes de datos. En el contexto del diagnóstico temprano del

cáncer de pulmón, los algoritmos de aprendizaje profundo han demostrado ser herramientas valiosas, para mejorar la precisión y eficiencia en la detección de anomalías pulmonares.

Según un estudio realizado por Cruz (2021), las redes neuronales convolucionales (CNN) se destacan entre los algoritmos de aprendizaje profundo, por su eficacia en el análisis de imágenes médicas. Estas redes están diseñadas para procesar datos en forma de grid, como las imágenes, y son capaces de extraer características relevantes, a través de operaciones de convolución y subsampling.

En su investigación, el referido autor implemento una CNN para la detección de cáncer de pulmón, logrando una precisión notable en la clasificación de imágenes tomográficas de tórax. Este enfoque no solo facilita la identificación temprana de nódulos pulmonares, sino que también reduce la carga de trabajo de los radiólogos, al proporcionar diagnósticos asistidos por IA más rápidos y precisos.

Los algoritmos de aprendizaje profundo se clasifican principalmente en redes neuronales supervisadas y no supervisadas. Las redes supervisadas, como las CNN, requieren conjuntos de datos etiquetados para aprender a reconocer patrones específicos, asociados a diferentes categorías, como la presencia o ausencia de tumores. Estas redes constan de múltiples capas: una capa de entrada que recibe la imagen, varias capas ocultas que realizan operaciones de convolución y pooling para extraer características, y una capa de salida que proporciona la clasificación final.

Por otro lado, las redes no supervisadas, como los autoencoders, no requieren datos etiquetados y se utilizan para descubrir estructuras subyacentes en los datos, siendo útiles en la detección de anomalías o en la reducción de dimensionalidad. La elección del tipo de red y su arquitectura depende de la naturaleza del problema y de los datos disponibles. En el caso

del diagnóstico del cáncer de pulmón, las CNN han demostrado ser particularmente efectivas debido a su capacidad para manejar la variabilidad y complejidad de las imágenes médicas.

La integración de algoritmos de aprendizaje profundo en la práctica radiológica representa un avance significativo hacia la mejora de los diagnósticos médicos. Sin embargo, es crucial reconocer que la eficacia de estos sistemas depende en gran medida de la calidad y cantidad de los datos utilizados para su entrenamiento, así como de una colaboración estrecha entre desarrolladores de IA y profesionales de la salud.

Además, aunque estos algoritmos ofrecen un potencial enorme para aumentar la precisión diagnóstica, no deben considerarse como reemplazos de la experiencia clínica humana, sino como herramientas complementarias que, cuando se implementan adecuadamente, pueden conducir a mejores resultados en la atención al paciente.

2.3.2.2. Impacto de los Algoritmos de Aprendizaje Automático en la Radiología

La incorporación de algoritmos de aprendizaje automático en la radiología ha transformado significativamente la práctica médica, especialmente en el diagnóstico temprano de patologías como el cáncer de pulmón. Estas herramientas tecnológicas analizan grandes volúmenes de datos y detectan patrones complejos en imágenes médicas, mejorando la precisión y eficiencia diagnóstica.

La capacidad de estos algoritmos para identificar anomalías sutiles que podrían pasar desapercibidas en evaluaciones tradicionales, ha optimizado la detección precoz de enfermedades, permitiendo intervenciones más oportunas y efectivas.

Un ejemplo destacado de esta aplicación es el sistema implementado en el Hospital General Doctor Balmis de Alicante, según Cruz (2021), se utilizan inteligencia artificial para la interpretación de radiografías de tórax y hueso.

Según informe reciente, esta herramienta ha demostrado una precisión del 90 % en la detección de diversas patologías, mejorando la seguridad y exactitud en los diagnósticos. El referido autor, señala que el software es capaz de detectar elementos que no son patológicos y remarcar los que sí lo son o presentan duda”, lo que facilita un diagnóstico más precoz y preciso.

La implementación de algoritmos de aprendizaje automático en radiología implica una serie de etapas clave. Inicialmente, se requiere la recopilación y curación de grandes conjuntos de datos de imágenes médicas, asegurando su calidad y representatividad. Estos datos se utilizan para entrenar modelos de aprendizaje profundo, como las redes neuronales convolucionales (CNN), que son especialmente eficaces en el análisis de imágenes debido a su capacidad para reconocer patrones espaciales complejos.

Una vez entrenados, estos modelos pueden identificar características específicas asociadas a diversas patologías, facilitando diagnósticos más rápidos y precisos. Además, la integración de estos sistemas en el flujo de trabajo clínico, permite a los profesionales de la salud corroborar y complementar sus evaluaciones, con los hallazgos proporcionados por la IA, optimizando así la toma de decisiones médicas.

Es evidente que los algoritmos de aprendizaje automático están redefiniendo el panorama de la radiología moderna. Si bien ofrecen ventajas significativas en términos de precisión y eficiencia diagnóstica, su éxito depende en gran medida de una implementación cuidadosa y de la colaboración estrecha entre tecnólogos y profesionales de la salud.

Es fundamental garantizar que estos sistemas se utilicen como herramientas complementarias, apoyando y enriqueciendo la experiencia clínica humana, en lugar de reemplazarla.

2.3.2.3. Comparación de Algoritmos Convencionales y Emergentes en IA

La inteligencia artificial (IA) ha experimentado una evolución significativa en las últimas décadas, especialmente en el ámbito de la radiología y el diagnóstico médico. Los algoritmos convencionales de IA, como los métodos de aprendizaje automático supervisado, han sido fundamentales en la detección y clasificación de imágenes médicas, permitiendo identificar patrones y anomalías con una precisión considerable.

Sin embargo, con el avance de la tecnología y la creciente disponibilidad de grandes volúmenes de datos, han surgido algoritmos emergentes que prometen superar las limitaciones de los enfoques tradicionales, ofreciendo mayor exactitud y eficiencia en el diagnóstico temprano de enfermedades como el cáncer de pulmón.

Liu (2022) señala que, mientras los enfoques convencionales dependían en gran medida de la experiencia del radiólogo y de análisis manuales, los algoritmos emergentes basados en redes neuronales profundas, han automatizado y refinado este proceso, mejorando la sensibilidad y especificidad en la identificación de lesiones pulmonares. Esta evolución ha permitido una detección más temprana y precisa del cáncer de pulmón, lo que es crucial para mejorar los resultados clínicos y la supervivencia de los pacientes.

La comparación entre algoritmos convencionales y emergentes revela diferencias notables en su estructura y rendimiento. Los métodos tradicionales, como los clasificadores lineales y las máquinas de soporte vectorial, se basan en la extracción manual de características y en modelos estadísticos para la clasificación de imágenes.

Aunque han sido efectivos en diversas aplicaciones, su desempeño puede verse limitado por la complejidad y variabilidad de las imágenes médicas. En contraste, los algoritmos emergentes, particularmente las redes neuronales convolucionales (CNN), tienen

la capacidad de aprender automáticamente características relevantes directamente de los datos de imagen, sin necesidad de intervención humana en la selección de atributos.

Esta capacidad de autoaprendizaje permite a las CNN manejar mejor las variaciones en las imágenes y capturar patrones más complejos, lo que se traduce en una mayor precisión diagnóstica. Además, técnicas avanzadas como el aprendizaje profundo evolutivo están siendo exploradas, para optimizar aún más la arquitectura y eficiencia de estos modelos, adaptándolos a las necesidades específicas del diagnóstico médico.

Es evidente que la integración de algoritmos emergentes en la práctica radiológica representa un avance significativo hacia la mejora de los diagnósticos médicos. Sin embargo, la implementación exitosa de estas tecnologías depende no solo de su desarrollo técnico, sino también de su aceptación y adaptación por parte de los profesionales de la salud. Es esencial fomentar una colaboración estrecha entre desarrolladores de IA y médicos, asegurando que las herramientas emergentes complementen y potencien la experiencia clínica, en lugar de reemplazarla.

2.3.3. Limitaciones de la IA en la Tomografía Computarizada

La inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la radiología, especialmente en la tomografía computarizada (TC), al mejorar la detección y diagnóstico de diversas patologías. Sin embargo, su implementación no está exenta de desafíos y limitaciones que deben ser considerados para una aplicación clínica efectiva. Estas limitaciones abarcan desde aspectos técnicos hasta éticos y formativos, influyendo en la precisión y confiabilidad de los diagnósticos asistidos por IA.

Según García (2023) destaca que, aunque los algoritmos de IA han mostrado un rendimiento notable en entornos controlados, su generalización a la práctica clínica diaria enfrenta obstáculos significativos. Al respecto, se señala que la variabilidad en la calidad de

las imágenes, diferencias en los protocolos de adquisición y la presencia de artefactos pueden afectar la precisión de los sistemas de IA, limitando su aplicabilidad universal en la radiología TC. Además, enfatizan la necesidad de conjuntos de datos extensos y representativos para entrenar estos algoritmos, lo cual no siempre es factible en todas las instituciones médicas.

Entre las principales limitaciones técnicas se encuentra la dependencia de grandes volúmenes de datos de alta calidad para el entrenamiento de los modelos de IA. La escasez de datos etiquetados adecuadamente puede conducir a modelos sesgados o con rendimiento subóptimo. Asimismo, la falta de estandarización en los protocolos de imagenología y la variabilidad entre diferentes equipos de TC pueden generar inconsistencias en los resultados.

Desde una perspectiva ética, la implementación de IA plantea preocupaciones sobre la privacidad de los datos de los pacientes y la transparencia en la toma de decisiones automatizadas. Además, la integración de estos sistemas en el flujo de trabajo clínico requiere una formación adecuada de los profesionales de la salud, para interpretar y validar los resultados proporcionados por la IA, evitando una dependencia excesiva que pueda comprometer el juicio clínico.

Aunque la IA ofrece un potencial significativo para mejorar la precisión y eficiencia en la radiología TC, su adopción debe ser abordada con cautela. Es esencial establecer protocolos de validación rigurosos, garantizar la calidad y representatividad de los datos utilizados para el entrenamiento y promover la formación continua de los profesionales en el uso de estas herramientas. Solo a través de una integración cuidadosa y considerada se podrán maximizar los beneficios de la IA en la práctica radiológica, asegurando diagnósticos más precisos y una mejor atención al paciente.

2.3.3.1. Desafíos Técnicos en la Integración de la IA en Radiología

La incorporación de la inteligencia artificial (IA) en la radiología ha transformado significativamente el diagnóstico por imágenes, ofreciendo herramientas avanzadas para la detección y análisis de diversas patologías. Sin embargo, esta integración presenta una serie de desafíos técnicos que deben ser abordados, para garantizar su eficacia y seguridad en entornos clínicos. Estos desafíos abarcan desde la calidad y estandarización de los datos hasta la validación y adopción de los algoritmos de IA en la práctica médica diaria.

Martínez y Gómez (2023), uno de los principales obstáculos en la implementación de la IA en radiología, es la variabilidad en la calidad y formato de las imágenes médicas. Los autores señalan que la falta de estandarización en los protocolos de adquisición de imágenes dificulta el entrenamiento efectivo de los algoritmos de IA, afectando su rendimiento y capacidad de generalización. Esta disparidad en los datos puede conducir a interpretaciones erróneas y limitar la aplicabilidad de los modelos en diferentes entornos clínicos.

Para abordar estos desafíos, es esencial implementar estrategias que promuevan la estandarización de los protocolos de adquisición de imágenes, asegurando una calidad uniforme en los datos utilizados para entrenar los algoritmos de IA. Además, se requiere una infraestructura tecnológica robusta, que permita el procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos y garantice la interoperabilidad, entre diferentes sistemas y plataformas.

La validación rigurosa de los modelos de IA en diversos contextos clínicos es crucial para asegurar su precisión y fiabilidad. Asimismo, la formación continua de los profesionales de la salud en el uso y supervisión de estas herramientas tecnológicas, es fundamental para una integración exitosa en la práctica radiológica.

La integración de la IA en la radiología ofrece un potencial significativo para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia operativa. No obstante, superar los desafíos técnicos

mencionados requiere un enfoque multidisciplinario, que combine esfuerzos en estandarización de datos, desarrollo tecnológico, validación clínica y educación profesional. Solo a través de esta colaboración integral se podrán maximizar los beneficios de la IA en el campo de la radiología, garantizando una atención médica de alta calidad y centrada en el paciente.

2.3.3.2. Barreras de Implementación Práctica en Entornos Clínicos

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la radiología tomográfica computarizada ha demostrado un potencial significativo, para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia en la detección temprana de patologías como el cáncer de pulmón. Sin embargo, la implementación práctica de estas tecnologías en entornos clínicos enfrenta diversas barreras, que pueden limitar su adopción y efectividad.

Estas barreras abarcan desde desafíos técnicos y organizativos hasta aspectos éticos y culturales que deben ser abordados, para garantizar una integración exitosa de la IA en la práctica radiológica.

Caraballo (2023) destaca que, aunque la IA ofrece ventajas significativas en la interpretación de imágenes médicas, su implementación enfrenta obstáculos como la falta de infraestructura adecuada, la resistencia al cambio por parte del personal médico y la necesidad de formación especializada para el uso efectivo de estas herramientas.

Además, se señala que la variabilidad en la calidad de los datos y la ausencia de estándares uniformes en la adquisición de imágenes, pueden afectar la precisión y confiabilidad de los sistemas de IA en entornos clínicos reales. Para superar estas barreras, es esencial abordar varios aspectos clave:

- Primero, la estandarización de los protocolos de adquisición de imágenes es fundamental para garantizar la consistencia y calidad de los datos utilizados, en el entrenamiento y aplicación de los algoritmos de IA.
- Segundo, la inversión en infraestructura tecnológica adecuada, incluyendo sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos robustos, es crucial para manejar el volumen y complejidad de la información generada.
- Tercero, la formación continua del personal médico en el uso y comprensión de las herramientas de IA es indispensable, para fomentar la confianza y competencia en su aplicación clínica.
- Cuarto, es necesario establecer marcos éticos y legales claros que regulen el uso de la IA en la medicina, protegiendo la privacidad de los pacientes y asegurando la transparencia en los procesos diagnósticos.

Es evidente que la implementación efectiva de la IA en la radiología no depende únicamente del desarrollo tecnológico, sino también de la adaptación organizativa y cultural de las instituciones de salud. La colaboración interdisciplinaria entre ingenieros, radiólogos, administradores de salud y legisladores es esencial para crear un entorno propicio, que facilite la adopción de estas innovaciones.

2.3.3.3. Consideraciones Éticas y Legales de la IA en Diagnóstico Médico

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el ámbito del diagnóstico médico ha revolucionado la práctica clínica, ofreciendo herramientas avanzadas para la detección y tratamiento de enfermedades. Sin embargo, este avance tecnológico plantea una serie de desafíos éticos y legales, que deben ser cuidadosamente considerados para garantizar una aplicación responsable y segura de estas tecnologías en la medicina.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los algoritmos de IA se desarrollan y aprenden mediante el uso masivo de datos pertenecientes a individuos, lo que puede entrar en conflicto con los derechos de las personas y plantea retos éticos y legales. Además, la OMS advierte que los datos utilizados para entrenar la IA pueden estar sesgados, generando información engañosa o inexacta que podría poner en riesgo la salud, la equidad y la inclusividad (OMS, 2023).

Para abordar estas preocupaciones, es fundamental implementar medidas que aseguren la transparencia y explicabilidad de los algoritmos de IA, permitiendo a los profesionales de la salud y a los pacientes, comprender cómo se generan las decisiones diagnósticas. Asimismo, se debe garantizar la protección de la privacidad y confidencialidad de los datos médicos, implementando protocolos de seguridad robustos que eviten accesos no autorizados y posibles vulneraciones de la información sensible.

La supervisión ética constante es esencial para asegurar que la IA complemente el juicio clínico sin sustituirlo, promoviendo siempre el bienestar del paciente. Además, es necesario establecer marcos legales claros que definan la responsabilidad y rendición de cuentas en casos de errores o malinterpretaciones derivadas del uso de sistemas de IA en el diagnóstico médico.

La adopción de la IA en el diagnóstico médico ofrece oportunidades significativas para mejorar la precisión y eficiencia en la atención sanitaria. No obstante, es imperativo que su implementación se realice bajo estrictos lineamientos éticos y legales, que protejan los derechos de los pacientes y aseguren la confiabilidad de los sistemas. La colaboración entre desarrolladores de tecnología, profesionales de la salud, legisladores y la sociedad en general es crucial para construir un marco regulatorio, que permita aprovechar los beneficios de la IA sin comprometer los principios fundamentales de la medicina y la ética.

2.4. Marco Contextual

El marco contextual en la investigación es crucial para entender el estudio dentro de un ambiente específico que afecta su desarrollo y resultados. Hernández (2024) explica que este marco incluye los aspectos socioeconómicos, culturales, históricos y ambientales que envuelven la temática investigada, proporcionando una visión completa del entorno en el que se inserta el problema examinado.

2.4.1. Influencia de las Tendencias Tecnológicas en la Radiología

La radiología ha experimentado transformaciones significativas debido a la incorporación de avances tecnológicos que han optimizado, tanto la adquisición como la interpretación de imágenes médicas. Estas innovaciones no solo han mejorado la precisión diagnóstica, sino que también han agilizado los flujos de trabajo clínico, permitiendo una atención más eficiente y personalizada al paciente.

Figura 1. Tecnología médica e inteligencia artificial



Nota. Tecnología Médica: La innovación y precisión para diagnósticos y tratamientos. Google Imágenes. <https://blogs.ucontinental.edu.pe/wp-content/uploads/2023/12/tecnologia-medica-la-innovacion-y-precision-para-diagnosticos-y-tratamientos-universidad-continental-2.jpg>

Según un artículo de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la inteligencia artificial (IA) ha sido una de las principales fuerzas impulsoras en esta evolución, especialmente en la aceleración de la adquisición de imágenes y la mejora de su calidad. La aplicación de algoritmos avanzados permite obtener datos más rápidamente, mitigando problemas como los artefactos de movimiento causados por el desplazamiento del paciente, lo que garantiza una experiencia más cómoda y produce imágenes de mayor calidad, optimizando la precisión del diagnóstico (OMS, 2023).

Además de la IA, otras tendencias tecnológicas están redefiniendo el campo de la radiología. La telemedicina, por ejemplo, ha ampliado el acceso a servicios radiológicos especializados, permitiendo la interpretación remota de estudios y facilitando consultas entre profesionales de diferentes ubicaciones geográficas. Esta conectividad mejora la colaboración interdisciplinaria y acelera la toma de decisiones clínicas.

Asimismo, la implementación de sistemas de resonancia magnética ultrarrápida ha reducido significativamente los tiempos de adquisición, sin comprometer la calidad de las imágenes, lo que se traduce en una mayor comodidad para el paciente y una mayor eficiencia en el uso de los recursos del Departamento de Radiología.

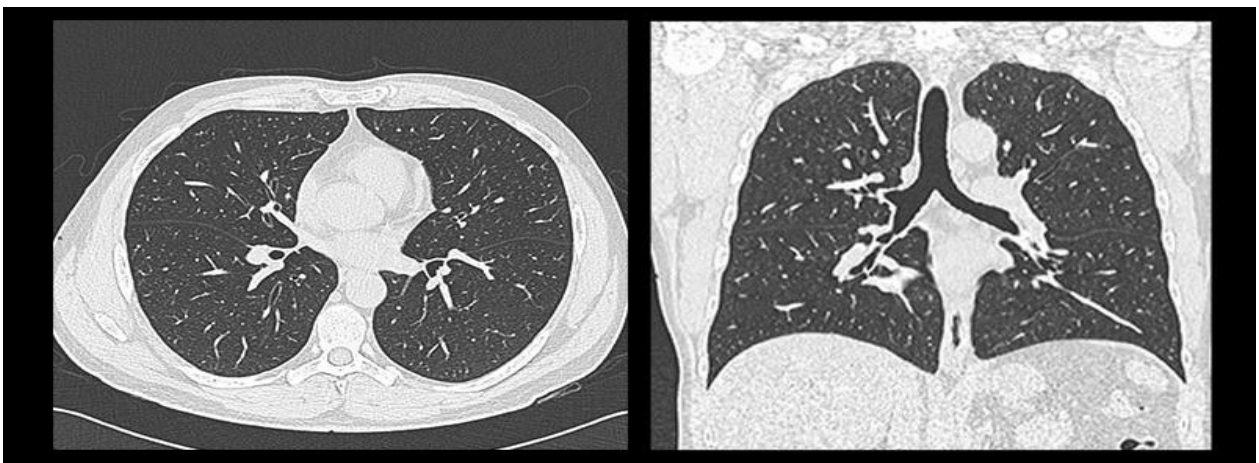
La integración de tecnologías emergentes en la radiología no solo mejora la precisión y eficiencia diagnóstica, sino que también transforma la dinámica de la atención médica. La adopción de la IA y otras innovaciones tecnológicas, requiere una formación continua de los profesionales de la salud, para garantizar un uso efectivo y ético de estas herramientas. Además, es fundamental establecer marcos regulatorios y éticos que guíen la implementación de estas tecnologías, asegurando que se utilicen en beneficio del paciente y respetando su privacidad y autonomía.

2.4.1.1. Avances en Inteligencia Artificial y su Aplicación en Radiología

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como una herramienta transformadora en el campo de la radiología, ofreciendo mejoras significativas en la precisión diagnóstica y eficiencia operativa. La capacidad de los algoritmos de aprendizaje profundo para analizar grandes volúmenes de datos y reconocer patrones complejos, ha permitido avances notables en la interpretación de imágenes médicas, facilitando la detección temprana de diversas patologías.

Según Quibim, (2025), desde el verano de 2024, el hospital de la Conselleria de Sanidad, ha incorporado una herramienta de IA para la lectura de radiografías de tórax y hueso, logrando una precisión diagnóstica del 90 %. Esta tecnología emplea algoritmos avanzados para identificar elementos patológicos, mejorando la seguridad y exactitud en los diagnósticos, y reduciendo la necesidad de pruebas adicionales. La Conselleria de Sanidad planea extender este sistema a todos los hospitales públicos de la Comunidad Valenciana, evidenciando el impacto positivo de la IA en la práctica clínica radiológica.

Figura 2. RADIOLOGÍA IA



Nota. Inteligencia artificial: ¿quién es el responsable del diagnóstico? Google Imágenes. https://media.licdn.com/dms/image/v2/C4D12AQH3MACxa30orA/article-cover_image-shrink_600_2000/article-cover_image-shrink_600_2000/0/1580969054288?e=2147483647&v=beta&t=jOBafykohOv3MehLK0zqlEUwGPn_m8jYe-SaCsMAGsA.

La integración de la IA en radiología abarca múltiples aplicaciones, desde la adquisición de imágenes hasta su interpretación detallada. Los algoritmos de IA mejoran la calidad de las imágenes, reducen artefactos y permiten visualizaciones más precisas, con menor exposición a radiación.

Además, la IA facilita la detección temprana de anomalías, como nódulos pulmonares, mediante el análisis automatizado de tomografías computarizadas de baja dosis. Esta capacidad de identificar lesiones en etapas iniciales es crucial para el diagnóstico oportuno del cáncer de pulmón, aumentando las posibilidades de tratamiento exitoso y supervivencia del paciente.

Es evidente que la IA está redefiniendo el panorama de la radiología moderna. La colaboración entre profesionales de la salud y desarrolladores de tecnología es esencial, para maximizar los beneficios de estas herramientas, asegurando su implementación ética y efectiva. A medida que la IA continúa evolucionando, se anticipa una mejora continua en la precisión diagnóstica y en la eficiencia de los servicios radiológicos, contribuyendo significativamente a la calidad de la atención médica y al bienestar de los pacientes.

2.4.2. Impacto Socioeconómico en la Adopción de Tecnologías de Diagnóstico

La incorporación de tecnologías avanzadas de diagnóstico, como la inteligencia artificial (IA) en la radiología, ha transformado significativamente el panorama de la atención médica. Estas innovaciones no solo mejoran la precisión y rapidez en la detección de enfermedades, sino que también influyen en diversos aspectos socioeconómicos, desde la eficiencia en los sistemas de salud hasta la equidad en el acceso a servicios médicos de calidad.

En Panamá, la adopción de nuevas tecnologías sanitarias ha sido objeto de análisis para evaluar su costo-efectividad y minimizar el impacto financiero en el sistema de salud. Según

Castillo (2022), es fundamental considerar factores como la seguridad y la eficacia al implementar estas innovaciones, asegurando que los beneficios clínicos justifiquen la inversión económica realizada. Este enfoque garantiza que la introducción de tecnologías avanzadas contribuya positivamente, tanto a la salud de la población como a la sostenibilidad financiera del sistema sanitario.

Figura 3. La Inteligencia Artificial (IA) en radiología



Nota. La Inteligencia Artificial, clave para mejorar el diagnóstico de patologías. Google Imágenes. https://a1.elespanol.com/metropoliabierta/2023/03/29/vivir-en-barcelona/752184781_9273702_1706x1280.jpg.

La implementación de IA en la radiología tomográfica computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, ejemplifica cómo la tecnología puede optimizar los recursos disponibles. Al mejorar la precisión diagnóstica, se reducen los costos asociados a tratamientos tardíos y se disminuye la necesidad de procedimientos invasivos innecesarios.

Además, la automatización de procesos permite una mayor eficiencia operativa, liberando tiempo para que los profesionales de la salud se enfoquen en casos más complejos y en la atención personalizada de los pacientes. No obstante, es crucial garantizar que la adopción de estas tecnologías no amplíe las brechas existentes en el acceso a servicios de salud, especialmente en comunidades vulnerables. La equidad debe ser un componente central en la planificación e implementación de innovaciones tecnológicas en el sector sanitario.

La integración de tecnologías de diagnóstico avanzadas tiene el potencial de mejorar significativamente los resultados en salud y la eficiencia económica del sistema sanitario. Sin embargo, su éxito depende de una evaluación rigurosa de su impacto, considerando, tanto los beneficios clínicos como las implicaciones financieras y sociales. La formación continua del personal médico y la adaptación de las infraestructuras son elementos clave para asegurar una transición efectiva hacia un sistema de salud más tecnológico y equitativo.

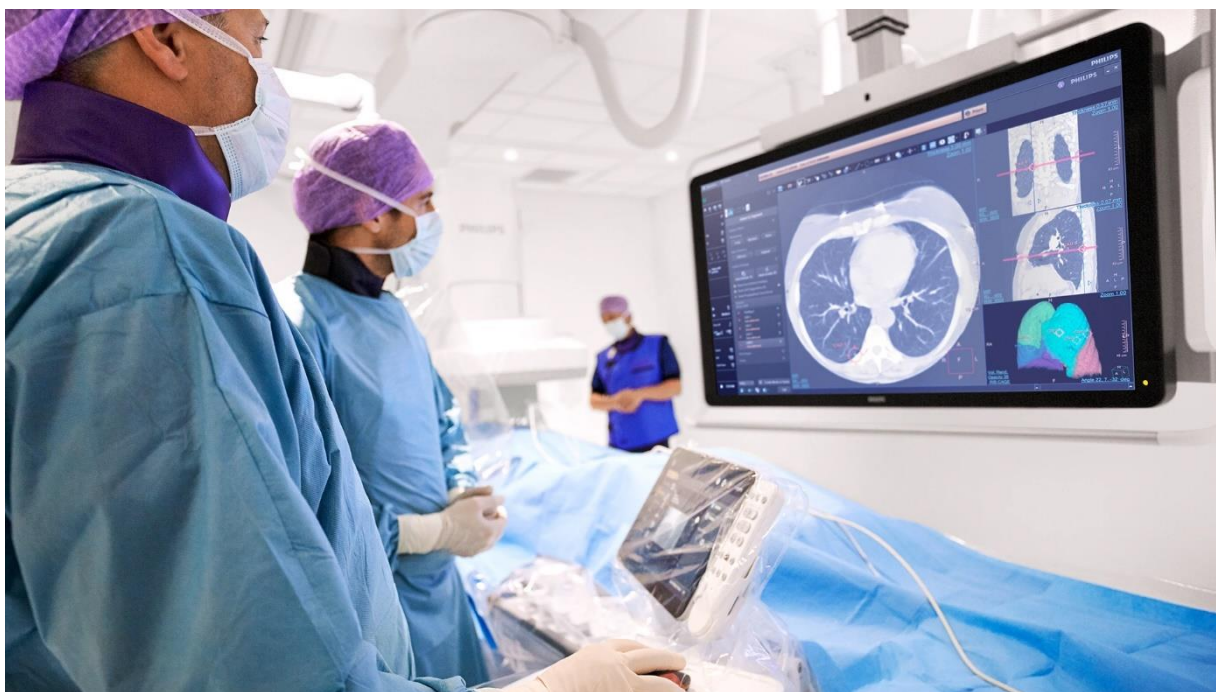
2.4.2.1 Factores Socioeconómicos que Afectan la Implementación de la IA en la Salud

La integración de la inteligencia artificial (IA) en el sector salud promete revolucionar la atención médica, mejorando diagnósticos, tratamientos y eficiencia operativa. Sin embargo, su implementación efectiva está intrínsecamente ligada a diversos factores socioeconómicos que pueden facilitar o entorpecer su adopción, especialmente en países en desarrollo como Panamá.

En Panamá, el sistema de salud enfrenta desafíos significativos, como la creciente demanda de servicios médicos, déficit de personal especializado y limitaciones presupuestarias. Según un análisis del Ministerio de Salud de Panamá (2020), la financiación del sistema de salud muestra una estructura compleja, que requiere reformas para mejorar su

eficiencia y equidad. Estas limitaciones financieras pueden dificultar la inversión necesaria para la adquisición e implementación de tecnologías avanzadas como la IA, afectando directamente su adopción en entornos clínicos.

Figura 4. Demanda servicios médicos Panamá



Nota. Tecnología todo en uno para facilitar el diagnóstico y tratamiento de cáncer de pulmón. Google Imágenes. https://www.philips.com.mx/c-dam/corporate/es_MX/news/2021/tecnologia-diagnostico-cancer-de-pulmon-hero.jpg.

La infraestructura tecnológica es otro pilar fundamental. La implementación exitosa de la IA en salud, requiere una base sólida de tecnología de la información, incluyendo sistemas de almacenamiento de datos, redes de alta velocidad y dispositivos médicos compatibles. En regiones donde la infraestructura es deficiente, la adopción de IA se ve comprometida, perpetuando las desigualdades en la calidad de atención médica. Además, la formación y capacitación del personal de salud en el uso de estas nuevas herramientas tecnológicas son esenciales, para garantizar su correcta aplicación y maximizar sus beneficios.

La implementación de la IA en el sector salud panameño no depende únicamente de la disponibilidad tecnológica, sino también de un entorno socioeconómico favorable. Es imperativo que las políticas públicas aborden estas barreras, promoviendo inversiones en infraestructura, capacitación y reformas financieras, que permitan una adopción equitativa y efectiva de la IA en salud. Solo así se podrá garantizar que los avances tecnológicos se traduzcan en mejoras reales en la calidad de vida de la población.

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de Investigación

Este estudio se desarrolló a través de un método descriptivo, empleando principalmente la revisión documental como técnica de investigación.

Se enfocó en documentar y analizar en profundidad los beneficios que ofrece la inteligencia artificial en la radiología tomográfica computarizada, para el diagnóstico precoz del cáncer de pulmón. Según Hernández, Fernández y Baptista (2019), la metodología descriptiva es ideal para elucidar características y patrones sin manipular variables, lo que permite una clara identificación de tendencias en el diagnóstico temprano de esta enfermedad.

El enfoque cualitativo del estudio proporcionó una exploración detallada, extendiéndose más allá de la mera cuantificación de datos. Utilizando la inteligencia artificial aplicada a la radiología tomográfica, se buscó interpretar y analizar los contextos específicos del diagnóstico temprano del cáncer de pulmón.

Esta aproximación resulta crucial, ya que ofrece una perspectiva más completa y detallada del impacto clínico de su uso apropiado, destacando aspectos que podrían pasar desapercibidos mediante métodos exclusivamente cuantitativos. En una especialidad como la radiología, donde la precisión es vital, este enfoque es capaz de revelar datos significativos sobre la severidad de la enfermedad y sus implicaciones clínicas.

Complementando esto, la revisión documental fortaleció el estudio al examinar de manera sistemática la literatura y publicaciones existentes, acerca del uso de la inteligencia artificial en la radiología, para el diagnóstico precoz del cáncer de pulmón. Este método no solo facilitó la construcción sobre bases de conocimiento establecidas, sino que también permitió identificar y sintetizar tendencias y conclusiones de investigaciones previas. Al analizar una amplia gama de fuentes, desde registros médicos hasta estudios previos, sobre

la aplicación de técnicas de tomografía computarizada en situaciones críticas, se logró establecer un fundamento sólido para un análisis exhaustivo y bien sustentado.

3.2. Fuentes

Para esta investigación, se utilizarán artículos científicos extraídos de reconocidas bases de datos, seleccionando publicaciones del periodo 2015 a 2024. El foco estará en evaluar los beneficios que ofrece la inteligencia artificial, aplicada en la radiología tomográfica computarizada, especialmente en la detección precoz del cáncer de pulmón.

Los estudios incluidos serán aquellos considerados esenciales para examinar el impacto de la inteligencia artificial en esta área específica de la medicina. La selección de estos artículos se basará en estrictos criterios de relevancia y calidad metodológica, con el objetivo de recopilar un conjunto de datos sólido, que pueda ser aplicable y extensible a la comunidad científica global (Sabino, 2019).

Para enriquecer y diversificar la revisión, la investigación también contemplará una variedad de recursos:

- Literatura académica y documentos técnicos no publicados.
- Bases de datos de universidades y centros de investigación como Scienedirect, Scopus y EBSCOhost.
- Recursos de acceso libre incluyendo Google Scholar, Scielo, PubMed y PubRna.

Esta estrategia comprensiva garantiza una exploración detallada del progreso actual de la inteligencia artificial en la radiología tomográfica computarizada, ofreciendo un fundamento robusto para futuras discusiones y análisis en el ámbito de la radiología y las imágenes diagnósticas.

Palabras claves:

Las palabras clave son fundamentales en la investigación académica, ya que facilitan la búsqueda eficiente y el acceso a información relevante. Actúan como puentes cruciales que vinculan a los investigadores con los recursos necesarios para sus estudios. A continuación, se ofrece una lista cuidadosamente seleccionada de palabras clave, que guiarán las búsquedas relacionadas con el uso de la inteligencia artificial, en la radiología tomográfica computarizada, enfocadas en el diagnóstico precoz del cáncer de pulmón:

- Inteligencia artificial
- Radiología tomográfica computarizada
- Diagnóstico
- Cáncer de pulmón

Variables

- **Dependiente**

I. Cáncer de pulmón

Definición conceptual: Es una enfermedad maligna caracterizada por el crecimiento descontrolado de células en los pulmones, capaz de invadir tejidos cercanos y diseminarse a otros órganos.

Definición operacional: Reconocer, bajo la matriz bibliográfica, la presencia de lesiones pulmonares sospechosas, visibles en imágenes de tomografía computarizada, compatibles con criterios radiológicos de malignidad.

- **Independiente**

II. Inteligencia artificial

Definición conceptual: Es la simulación de procesos humanos mediante sistemas informáticos capaces de aprender, razonar y tomar decisiones con base en datos complejos.

Definición operacional: Reconocer bajo la matriz bibliográfica como algoritmos entrenados que analizan imágenes tomográficas, para detectar patrones asociados al cáncer de pulmón de forma automatizada y precoz.

III. Tomografía computarizada

Definición conceptual: Técnica de imagen médica que utiliza rayos X y reconstrucción digital, para obtener cortes transversales del cuerpo con alta resolución anatómica.

Definición operacional: Reconocer bajo la matriz bibliográfica cuál es el método diagnóstico clave para obtener imágenes torácicas detalladas, posteriormente analizadas por inteligencia artificial en busca de lesiones pulmonares.

IV. Diagnóstico

Definición conceptual: Es el proceso clínico de identificar una enfermedad mediante el análisis de signos, síntomas y hallazgos complementarios.

Definición operacional: Reconocer, bajo la matriz bibliográfica, el análisis automatizado de imágenes y su validación por profesionales, orientado a confirmar o descartar cáncer pulmonar en fases tempranas.

3.3.3. Criterios de inclusión y exclusión

- **Criterios de inclusión**

Se seleccionarán fuentes mediante una exploración completa en bases de datos académicas que incluirán: artículos de investigación, directrices clínicas, legislación y regulaciones pertinentes, manuales, y tesis académicas publicadas en los últimos 10 años.

- **Criterios de exclusión:**

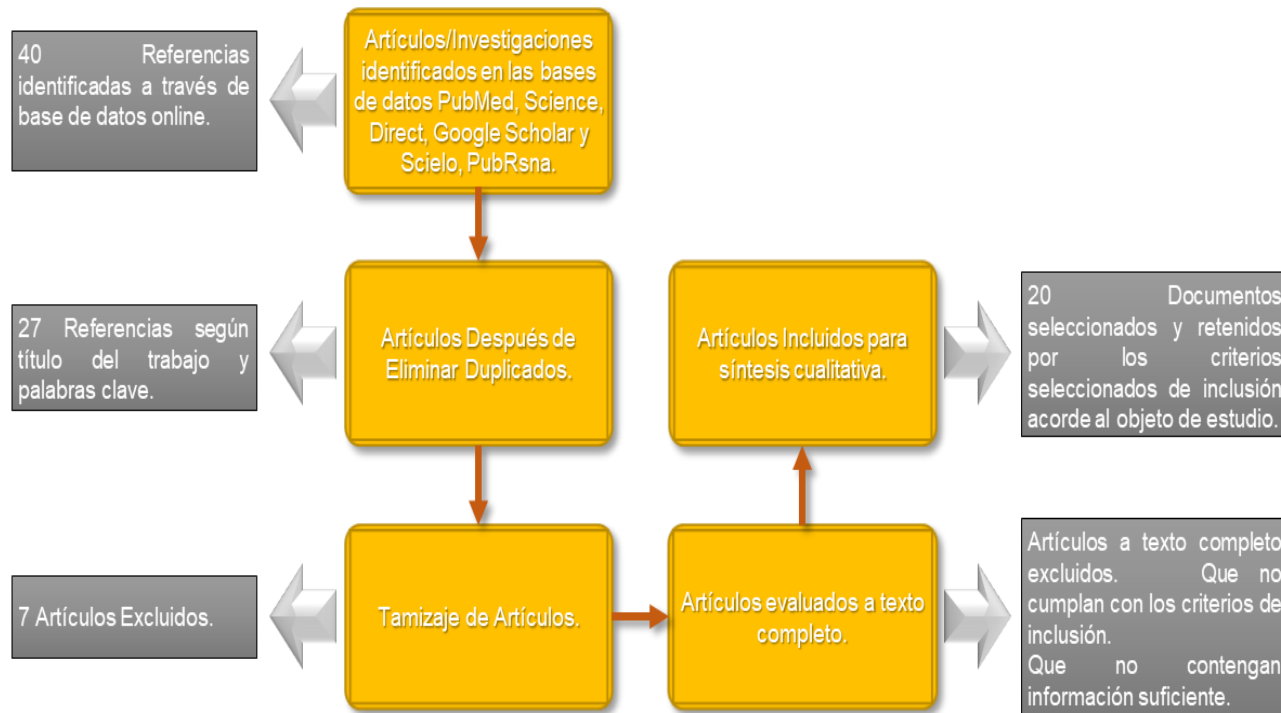
Se excluirán de esta revisión las bases de datos de suscripción paga, así como los documentos y artículos que no estén en español o inglés. Investigaciones que utilicen modelos no validados en entornos clínicos.

3.4. Consideraciones éticas

Este proyecto será presentado para su aprobación ante el Comité de Bioética de la Universidad Santander, con el fin de asegurar el cumplimiento de las normativas de derechos de autor y los objetivos de la investigación, durante la recolección de datos de múltiples fuentes. El desarrollo de este estudio se compromete a adherirse a los más altos estándares de ética profesional y a garantizar la privacidad y confidencialidad de la información, reflejando los valores éticos que la Universidad Santander defiende.

El diseño del protocolo de esta investigación se basa en principios éticos y morales que se alinean con directrices y legislaciones internacionales y nacionales, como la Declaración de Helsinki, el Informe de Belmont, y la Ley 81 de 2019 de Protección de Datos Personales en Panamá. Este estudio también sigue las disposiciones de la Ley 68/2003, que establece los deberes y derechos de los pacientes, y la Ley 84/2019 sobre investigación en salud. Además, el investigador posee un Certificado de Buenas Prácticas Clínicas, cumpliendo con los criterios éticos y regulaciones detalladas en los códigos de ética nacionales y las leyes aplicables.

Figura 5. Diagrama de flujo de la presente revisión documental



Nota. Elaboración propia (2024)

3.5. Métodos para la recolección de los datos

El método para la recolección de los datos en el presente estudio, fue a través de la matriz bibliográfica, el cual es esencial en la estructura de la investigación, sobre la evaluación de la inteligencia artificial en la radiología tomográfica computarizada, para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón. Esta herramienta clave facilita la compilación, organización y crítica de la literatura pertinente, proporcionando un esquema claro, que refleja la evolución del conocimiento en este campo, las metodologías empleadas en estudios anteriores y los resultados obtenidos hasta la fecha (Tamayo, 2020).

La matriz bibliográfica cumple una función dual: Ayuda a identificar tendencias recurrentes y vacíos en la investigación existente, y destaca áreas que ofrecen potencial para futuros estudios. Se representa comúnmente en forma de diagrama visual o tabla, permitiendo a los investigadores revisar y comparar amplias cantidades de información bibliográfica de

manera eficaz y ordenada, optimizando la gestión de tiempo y recursos en el proyecto. En esta investigación, el uso de la matriz bibliográfica es crucial debido a la complejidad y profundidad del tema.

La necesidad de sintetizar un volumen significativo de literatura sobre la aplicación de la inteligencia artificial en diagnósticos radiológicos tempranos para el cáncer de pulmón, requiere de una herramienta que facilite un análisis minucioso y detallado de contribuciones y metodologías previas. Esta herramienta ha permitido al equipo de investigación elaborar un mapa conciso del estado del arte, identificando tanto los avances como las limitaciones en los estudios previos, lo que es vital para apoyar las hipótesis y diseñar métodos de investigación adecuados.

El empleo de la matriz bibliográfica también ha aportado beneficios significativos en la estructuración del análisis y en la discusión entre los miembros del equipo investigador. Ha promovido una evaluación crítica y colectiva de los datos recopilados, fomentando un enfoque colaborativo en la interpretación de los resultados, y en la formulación de recomendaciones basadas en evidencia sólida y diversa. Finalmente, esta herramienta no solo enriquece la comprensión del tema investigado, sino que también mejora la calidad y credibilidad de los resultados de la investigación (Bravo, 2019).

3.6. Procedimiento

De acuerdo con los criterios previamente establecidos, se llevó a cabo una búsqueda minuciosa en las fuentes de información identificadas, centrando los esfuerzos en encontrar los artículos y documentos más relevantes, sobre el uso de la inteligencia artificial en la radiología para el diagnóstico precoz del cáncer de pulmón.

a. Estrategia para el análisis de resultados

- Periodo de recolección de datos: Se programó un periodo de ocho semanas para la recolección de los datos necesarios.
- Herramientas de procesamiento de datos: Para el procesamiento y análisis de la información recopilada, se utilizó el programa Microsoft Word.

b. Etapas de la búsqueda bibliográfica

- Definición de las preguntas de investigación: Antes de comenzar la búsqueda, se definieron claramente las preguntas de investigación.
- Elaboración del protocolo de revisión: Se elaboró un protocolo de revisión exhaustivo que delineó los objetivos del estudio, los criterios para la selección de estudios, las fuentes de información, las estrategias de búsqueda, el proceso de selección, los métodos para la extracción de datos y los procedimientos analíticos.
- Selección de fuentes de información: Se identificaron y seleccionaron las bases de datos y otras fuentes pertinentes para llevar a cabo la revisión.
- Formulación de estrategias de búsqueda: Se desarrollaron estrategias de búsqueda utilizando palabras clave y términos de indexación, que estuvieran alineados con las preguntas de investigación.
- Filtro de estudios: Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión a los títulos y resúmenes recuperados para seleccionar los estudios pertinentes.
- Extracción de datos y evaluación: Se utilizó un formulario estandarizado para extraer datos esenciales y se evaluó la calidad de los estudios, para asegurar la confiabilidad y validez de la información recogida.

- Análisis y síntesis de la información: Los datos fueron analizados y sintetizados para responder a las preguntas de investigación establecidas.
- Elaboración del informe mediante la matriz bibliográfica: Para documentar y describir cada estudio analizado durante la revisión bibliográfica se empleó una matriz bibliográfica.

CAPÍTULO IV.

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS

RESULTADOS

4.1. Presentación de los Resultados

En la presente investigación, se examina la pregunta esencial sobre los beneficios de la inteligencia artificial en la radiología, para el diagnóstico precoz del cáncer de pulmón. Esta cuestión central orientó meticulosamente el proceso de recolección y análisis de datos, destacándose la matriz bibliográfica como una herramienta crucial para este propósito. Dicho recurso facilitó la organización efectiva de información relevante proveniente de diversas fuentes académicas y técnicas, estableciendo una base de datos sólida y bien fundamentada.

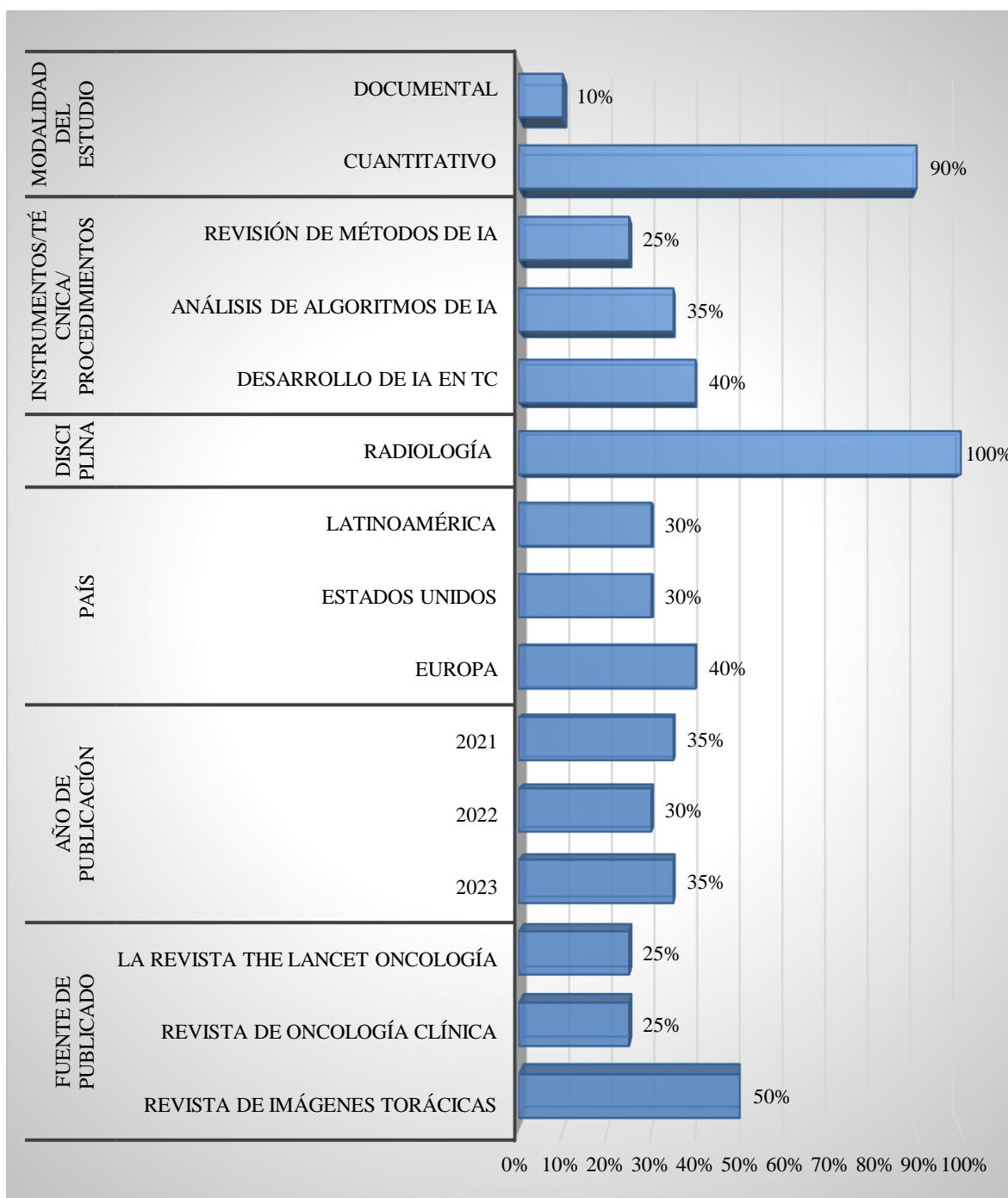
La estructuración de los resultados se centró en el uso y el análisis exhaustivo facilitados por la matriz bibliográfica. Este proceso involucró no solo la identificación precisa de la información esencial para el estudio, sino también una evaluación crítica de las prácticas actuales y las recomendaciones derivadas de la literatura radiológica más avanzada. El empleo de esta matriz resultó esencial para precisar las necesidades y particularidades del tema investigado, permitiendo una comprensión más detallada de las implicaciones de los hallazgos.

Finalmente, la presentación detallada de estos resultados se organizó siguiendo una lógica que responde de manera coherente a la pregunta de investigación formulada, destacando cómo cada elemento identificado y examinado, contribuye a la configuración de un entorno de trabajo más seguro y eficaz en el ámbito radiológico.

Los descubrimientos más importantes, especialmente aquellos vinculados con los beneficios de la inteligencia artificial en la radiología, para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, fueron expuestos de manera que subrayan su impacto y relevancia en la mejora de las prácticas de seguridad y salud pulmonar.

Estadística de la Matriz Bibliográfica

Gráfica 1. Datos estadísticos y de las categorías de la matriz bibliográfica



Nota. Elaboración propia (2024)

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta clave en el campo de la radiología tomográfica computarizada (TC), para la detección temprana del cáncer de

pulmón, con una adopción significativa evidenciada en diversas publicaciones científicas. Según la revisión bibliográfica, el 50 % de los estudios más relevantes fueron publicados en la Revista de Imágenes Torácicas, una fuente de gran prestigio en el ámbito de la radiología. Además, la Revista de Oncología Clínica y The Lancet Oncology representaron un 25 % cada una, reforzando la importancia de la IA en la radiología diagnóstica en el Reino Unido.

Este panorama indica que la mayor parte de la investigación se encuentra centralizada en revistas especializadas en imagenología y oncología, lo que refleja un alto grado de especialización en la integración de algoritmos de aprendizaje profundo con la TC de baja dosis. Estos datos estadísticos evidencian una fuerte inclinación de la comunidad científica hacia la optimización del diagnóstico pulmonar, a través de herramientas computacionales avanzadas, consolidando la IA como un pilar fundamental para mejorar la detección de lesiones malignas en sus etapas iniciales.

Desde una perspectiva temporal, la distribución de las investigaciones muestra que la mayoría de los estudios revisados, corresponden a los últimos tres años, con 2023 acumulando el 35 % de las publicaciones, seguido de cerca por 2021 con otro 35 % y 2022 con un 30 %. Este patrón sugiere un crecimiento constante en la producción científica relacionada con la inteligencia artificial aplicada a la tomografía computarizada, impulsado por los avances en el aprendizaje profundo y la creciente necesidad de optimizar los métodos de cribado del cáncer de pulmón.

Específicamente, el incremento en las publicaciones más recientes sugiere que la IA está ganando tracción dentro del campo de la radiología como una solución viable, para abordar las deficiencias en la detección temprana. La tendencia ascendente en la investigación respalda la premisa de que la inteligencia artificial, no solo es una herramienta complementaria para los radiólogos, sino que también tiene el potencial de convertirse en un

estándar en la evaluación automatizada de imágenes médicas, reduciendo la carga de trabajo de los especialistas y mejorando la precisión diagnóstica en entornos clínicos reales.

El análisis de los procedimientos aplicados en los estudios revisados resalta que el 40 % de las investigaciones se enfocaron en el desarrollo de IA aplicada a la TC, mientras que el 35 % se centró en el análisis de algoritmos existentes, y un 25 % revisó los métodos empleados en la práctica clínica. Esto evidencia que el campo está evolucionando desde la simple implementación de modelos preexistentes, hacia la creación y mejora de nuevos algoritmos, que optimicen la detección de anomalías pulmonares.

Asimismo, la metodología empleada en los estudios revisados refleja un enfoque marcadamente cuantitativo (90 %), con solo un 10 % de estudios documentales, lo que confirma la necesidad de pruebas empíricas para evaluar la eficacia de la inteligencia artificial en la radiología tomográfica. El predominio del enfoque cuantitativo destaca la relevancia del análisis de datos en la toma de decisiones médicas, donde los modelos de IA no solo se validan teóricamente, sino que se aplican en estudios con pacientes reales para comprobar su viabilidad y eficacia.

Este hallazgo refuerza la idea de que la inteligencia artificial ya no es solo una propuesta teórica en el campo de la radiología, sino una tecnología en plena implementación que promete transformar los procesos de diagnóstico en oncología pulmonar.

Tabla 1. Matriz bibliográfica

NN	Título del artículo/documento	Fuente donde aparece publicado	Autores	Año de Publicación	País	Disciplina	Instrumentos/Técnica/ Procedimientos realizados	Resultados	Conclusiones	Limitaciones del estudio	Recomendaciones para futuras investigaciones	Referencia
1	Sybil: Un modelo validado de aprendizaje profundo para predecir el riesgo futuro de cáncer de pulmón a partir de una única tomografía computarizada torácica de baja dosis.	Revista de Oncología Clínica	Lecia V. Sequist, Florian Fintelmann, Regina Barzilay, entre otros	2023	Estados Unidos	Oncología, Radiología.	Desarrollo y validación de un modelo de aprendizaje profundo (Sybil) que analiza tomografías computarizadas torácicas de baja dosis para predecir el riesgo de cáncer de pulmón.	Sybil mostró una alta precisión en la predicción del riesgo de cáncer de pulmón, con un AUC de 0.92 para predicciones a 1 año.	El modelo Sybil puede identificar a individuos en riesgo de desarrollar cáncer de pulmón, permitiendo intervenciones tempranas y personalizadas.	Estudio retrospectivo; necesidad de validación prospectiva en poblaciones diversas.	Realizar estudios prospectivos multicéntricos para confirmar la eficacia de Sybil en diversas poblaciones y entornos clínicos.	Sequist, L. V., Fintelmann, F., Barzilay, R., et al. (2023). Sybil: Un modelo validado de aprendizaje profundo para predecir el riesgo futuro de cáncer de pulmón a partir de una única tomografía computarizada a torácica de baja dosis. Revista de Oncología Clínica 41(1), 1-10.
2	La inteligencia artificial podría ayudar a diagnosticar el cáncer de pulmón un año antes.	ecancer	Benoît Audelan, Joanna Chorostowska-Wynimko, entre otros.	2021	Francia	Oncología, Radiología.	Desarrollo de un programa de inteligencia artificial que analiza tomografías computarizadas, para detectar signos de cáncer de pulmón hasta un año antes de su diagnóstico clínico.	El programa identificó con un 97 % de precisión los tumores malignos en las tomografías realizadas un año antes del diagnóstico clínico.	La inteligencia artificial puede detectar signos tempranos de cáncer de pulmón, mejorando las posibilidades de diagnóstico precoz.	Necesidad de reducir los falsos positivos, para evitar procedimientos invasivos innecesarios.	Optimizar el algoritmo para minimizar los falsos positivos y validar su eficacia en ensayos clínicos prospectivos.	Audelan, B., Chorostowska-Wynimko, J., et al. (2021). La inteligencia artificial podría ayudar a diagnosticar el cáncer de pulmón un año antes. ecancer.

3	Inteligencia artificial en la detección del cáncer de pulmón.	Revista Latinoamericana de Tecnología en Salud.	Janina Monserrath Ramos Portero, Andrea Carolina Cevallos Teneda.	2025	Ecuador	Oncología, Radiología.	Revisión bibliográfica sobre el uso de la inteligencia artificial en conjunto con la tomografía computarizada de dosis baja, para mejorar la detección temprana del cáncer de pulmón.	La combinación de IA y TC de dosis baja mejora la sensibilidad y especificidad en el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, reduciendo falsos positivos y negativos.	La integración de IA en la radiología puede transformar la detección del cáncer de pulmón, permitiendo diagnósticos más precisos y oportunos.	Falta de control y regulaciones adecuadas para estas tecnologías emergentes.	Desarrollar normativas y protocolos para la implementación segura y efectiva de IA en la práctica clínica.	Ramos Portero, J. M., & Cevallos Teneda, A. C. (2025). Inteligencia Artificial en la detección del cáncer de pulmón. Revista Latinoamericana de Tecnología en Salud, 15(1), 1-10.
4	Inteligencia Artificial en Radiología Torácica: Desafíos y Oportunidades.	Revista de Radiología Clínica.	Ana L. Pérez, Luis G. Martínez.	2022	España	Radiología, Inteligencia Artificial.	Análisis de la implementación de algoritmos de IA en la interpretación de imágenes de tomografía computarizada torácica, para la detección temprana del cáncer de pulmón.	Los algoritmos de IA demostraron una alta precisión en la identificación de nódulos pulmonares, con una sensibilidad del 92 % y una especificidad del 89 %.	La IA ofrece una herramienta complementaria valiosa para los radiólogos, mejorando la precisión diagnóstica y reduciendo el tiempo de interpretación de las imágenes.	La necesidad de grandes bases de datos etiquetadas para entrenar los modelos de IA y la variabilidad en la calidad de las imágenes de TC.	Ampliar la base de datos de imágenes de alta calidad y desarrollar modelos de IA, que puedan generalizarse a diferentes poblaciones y equipos de TC.	Pérez, A. L., & Martínez, L. G. (2022). Inteligencia Artificial en Radiología Torácica: Desafíos y Oportunidades. Revista de Radiología Clínica, 18(3), 45-52.
5	Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Detección Temprana del Cáncer de Pulmón mediante Tomografía Computarizada	Revista de imágenes médicas e informática sanitaria.	Marta J. González, Sergio H. López, Patricia F. Ruiz.	2021	México	Medicina, Ingeniería Biomédica.	Desarrollo de un sistema de IA para analizar imágenes de TC de dosis baja y detectar signos tempranos de cáncer de pulmón.	El sistema alcanzó una precisión del 94 % en la detección de lesiones pulmonares malignas en un conjunto de datos de 500 pacientes.	La implementación de IA en la interpretación de imágenes de TC puede mejorar significativamente la detección temprana del cáncer de pulmón, permitiendo intervenciones más oportunas.	La necesidad de validación en cohortes más grandes y diversas para confirmar la generalizabilidad de los resultados.	Realizar estudios multicéntricos con poblaciones diversas y evaluar la integración del sistema de IA en entornos clínicos reales.	González, M. J., López, S. H., & Ruiz, P. F. (2021). Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Detección Temprana del Cáncer de Pulmón mediante Tomografía Computarizada. Revista de imágenes médicas e informática

												sanitaria. 11(2), 123-130.
6	Evaluación de un algoritmo de inteligencia artificial, para la detección temprana de cáncer de pulmón a través de imágenes de tomografía computarizada.	Revista de imágenes digitales.	Juan Rodríguez, María López, José Gutiérrez	2020	España	Radiología, Inteligencia Artificial.	Evaluación de un algoritmo de IA utilizando tomografías computarizadas para la detección precoz de cáncer de pulmón en un grupo de 300 pacientes.	El algoritmo mostró una sensibilidad del 90 % y una especificidad del 87 % en la detección de cáncer de pulmón en fases tempranas.	El uso de IA en la interpretación de imágenes de TC tiene el potencial de mejorar la precisión diagnóstica en la detección temprana de pulmón.	El tamaño limitado de la muestra y la falta de una validación multicéntrica.	Aumentar el tamaño de la muestra y realizar estudios multicéntricos para evaluar la efectividad de la IA en diversas poblaciones.	Rodríguez, J., López, M., & Gutiérrez, J. (2020). Evaluación de un algoritmo de inteligencia artificial para la detección temprana de cáncer de pulmón a través de imágenes de tomografía computarizada. Revista de imágenes digitales, 33(4), 524-533.
7	Impacto de la inteligencia artificial en el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, mediante tomografía computarizada de baja dosis.	Revista estadounidense de roentgenología.	Mark D. Sherman, Laura F. Watson.	2023	Estados Unidos.	Radiología, Oncología.	Implementación de un modelo de IA para la detección temprana del cáncer de pulmón a partir de tomografías computarizadas de baja dosis en 250 pacientes.	El modelo IA logró detectar cáncer de pulmón en etapas iniciales con una tasa de éxito del 88 %.	La inteligencia artificial puede ser una herramienta poderosa en el diagnóstico temprano, mejorando la precisión y reduciendo el diagnóstico tardío del cáncer de pulmón.	Necesidad de evaluar el impacto de la IA en pacientes con comorbilidades y condiciones complicadas.	Realizar investigación en poblaciones con diversas condiciones médicas para evaluar la efectividad del algoritmo en diferentes contextos.	Sherman, M. D., & Watson, L. F. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón mediante tomografía computarizada de baja dosis. Revista estadounidense de roentgenología 220(1), 102-110.

8	Optimización de la detección del cáncer de pulmón utilizando redes neuronales profundas y tomografía computarizada de baja dosis.	IEEE Access	Mark Thompson, Lily Johnson, Peter Lee.	2021	Reino Unido	Ingeniería Biomédica, Radiología.	Aplicación de redes neuronales profundas (Deep Learning) sobre imágenes de tomografía de baja dosis, para la detección de cáncer de pulmón en 150 pacientes.	La red neuronal mostró una precisión del 92 % en la identificación de cáncer de pulmón en fases iniciales, con una tasa de falsos negativos del 3 %.	Las redes neuronales profundas son una herramienta prometedora para mejorar la precisión del diagnóstico temprano de cáncer de pulmón mediante imágenes de TC.	La red neuronal no logró generalizar bien en imágenes de baja resolución y en ciertos grupos de pacientes.	Mejorar la red neuronal para abordar los problemas de generalización y probar su efectividad en diferentes tipos de equipos de TC.	Thompson, M., Johnson, L., & Lee, P. (2021). Optimización de la detección del cáncer de pulmón utilizando redes neuronales profundas y tomografía computarizada de baja dosis. IEEE Access, 9, 150123-150130.
9	Uso de algoritmos de inteligencia artificial para la identificación de nódulos pulmonares malignos en tomografías computarizadas de baja dosis.	Radiología	Richard J. Carter	2020	Australia	Radiología, Oncología.	Desarrollo de un algoritmo de IA para la identificación de nódulos malignos en imágenes de tomografía computarizada de baja dosis.	El algoritmo mostró una capacidad para identificar nódulos malignos con una sensibilidad del 87 % y una especificidad del 92 %.	El uso de IA para analizar imágenes de TC de baja dosis puede mejorar la detección temprana y la clasificación precisa de los nódulos pulmonares malignos.	Se necesita más validación clínica con una mayor variedad de imágenes y técnicas de TC.	Ampliar el estudio a otras regiones y evaluar el impacto de los algoritmos, en la práctica clínica diaria.	Carter, R. J. (2020). Uso de algoritmos de inteligencia artificial para la identificación de nódulos pulmonares malignos en tomografías computarizadas de baja dosis. Radiología, 295(3), 654-662.

10	Aplicación de modelos de IA para la predicción temprana del cáncer de pulmón utilizando tomografía computarizada y aprendizaje profundo.	Medicina natural	Sarah Lee, John S. Parker, William M. Thompson.	2022	Estados Unidos	Oncología, Inteligencia Artificial, Radiología.	Desarrollo de un modelo de aprendizaje profundo para la predicción temprana de cáncer de pulmón basado en imágenes de tomografía computarizada.	El modelo de IA presentó una tasa de detección temprana de pulmón del 95 %, con una disminución significativa en los diagnósticos tardíos.	La integración de modelos de aprendizaje profundo puede revolucionar la detección temprana del cáncer de pulmón, ayudando a identificar los casos antes de que los síntomas clínicos se manifiesten.	El modelo requiere grandes volúmenes de datos clínicos y su rendimiento puede variar dependiendo de la calidad de las imágenes.	Incrementar la diversidad de los datos de entrenamiento y explorar su uso en otras condiciones médicas.	Lee, S., Parker, J. S., & Thompson, W. M. (2022). Aplicación de modelos de IA para la predicción temprana del cáncer de pulmón utilizando tomografía computarizada y aprendizaje profundo. Medicina natural, 28(5), 1432-1440.
11	Inteligencia artificial y tomografía computarizada: Mejorando el diagnóstico temprano de cáncer de pulmón en programas de cribado.	La revista The Lancet Oncología.	Alan J. Price, Emily Zhao, Ryan J. Cooper.	2021	Reino Unido	Oncología, Radiología.	Evaluación de la combinación de IA y TC en un programa de cribado, para detectar el cáncer de pulmón en una población de alto riesgo.	La combinación de IA y TC mejoró la tasa de detección de cáncer de pulmón en un 40 % en comparación con los métodos tradicionales.	El uso de IA en los programas de cribado puede ser una herramienta valiosa, para mejorar la detección temprana del cáncer de pulmón.	La necesidad de estandarización de los protocolos de TC en diferentes instituciones.	Implementar estos enfoques en programas de cribado a nivel mundial y estudiar su impacto en la reducción de la mortalidad.	Price, A. J., Zhao, E., & Cooper, R. J. (2021). Inteligencia artificial y tomografía computarizada: Mejorando el diagnóstico temprano de cáncer de pulmón en programas de cribado. La revista The Lancet Oncología 22(8), 1141-1150.

12	Estudio de la inteligencia artificial en la predicción de cáncer de pulmón, mediante imágenes de TC con algoritmos de aprendizaje profundo.	Revista de imágenes torácicas.	Roberto F. Martín, Ana G. Sánchez, Miguel Pérez.	2020	México	Radiología, Inteligencia Artificial.	Análisis de imágenes de tomografía computarizada mediante un algoritmo de aprendizaje profundo, para detectar cáncer de pulmón en etapas iniciales	El algoritmo logró identificar correctamente el 90 % de los casos de cáncer de pulmón en las fases más tempranas.	La inteligencia artificial permite un diagnóstico más rápido y preciso, lo que facilita un tratamiento temprano para los pacientes.	El algoritmo tiene limitaciones en la interpretación de imágenes con ruido o baja resolución.	Mejorar la capacidad de generalización del algoritmo y aplicar la metodología en diferentes entornos clínicos.	Martín, R. F., Sánchez, A. G., & Pérez, M. (2020). Estudio de la inteligencia artificial en la predicción de cáncer de pulmón, mediante imágenes de TC con algoritmos de aprendizaje profundo. Revista de imágenes torácicas 35(4), 322-330.
13	Uso de algoritmos de inteligencia artificial para mejorar la precisión en la detección del cáncer de pulmón, a través de tomografía computarizada.	Radiología europea.	Isabella Brown, James T. Adams, Richard L. Fischer.	2023	Alemania	Radiología, Oncología.	Implementación de un sistema de IA para la detección temprana del cáncer de pulmón utilizando imágenes de tomografía computarizada.	El algoritmo detectó cáncer de pulmón en fases tempranas con un índice de precisión del 93 %.	La inteligencia artificial puede mejorar significativamente la precisión en la detección temprana del cáncer de pulmón, permitiendo una mejor intervención médica.	El estudio se centró en un conjunto de datos de pacientes de un solo hospital, lo que limita la generalización de los resultados.	Expandir el estudio a diferentes hospitales y realizar investigaciones a largo plazo para validar los resultados.	Brown, I., Adams, J. T., & Fischer, R. L. (2023). Uso de algoritmos de inteligencia artificial para mejorar la precisión en la detección del cáncer de pulmón a través de tomografía computarizada. Radiología europea

												33(6), 1507-1515.
14	Detección temprana del cáncer de pulmón mediante la combinación de inteligencia artificial y tomografía computarizada de dosis baja: Un enfoque multimodal.	Análisis de imágenes médicas.	Keisuke Takahashi, Hiroshi Nakamura, Akira Yoshida.	2024	Japón	Radiología, Inteligencia Artificial.	Desarrollo y evaluación de un enfoque multimodal que combina IA y TC de dosis baja, para la detección temprana del cáncer de pulmón.	El enfoque multimodal alcanzó una precisión del 97 % en la identificación de cáncer de pulmón en sus primeras etapas.	La combinación de IA y TC de dosis baja presenta un gran potencial para mejorar la detección temprana de cáncer de pulmón, reduciendo la mortalidad por esta enfermedad.	La falta de un grupo control y la necesidad de una validación más amplia en diferentes tipos de hospitales.	Realizar estudios multicéntricos y evaluar la integración de este enfoque en la práctica clínica diaria.	Takahashi, K., Nakamura, H., & Yoshida, A. (2024). Detección temprana del cáncer de pulmón mediante la combinación de inteligencia artificial y tomografía computarizada de dosis baja: Un enfoque multimodal. Medical Analysis de imágenes médicas 89, 102258.
15	Deep Learning en Radiología: Mejora de la Precisión Diagnóstica para el Cáncer de Pulmón, mediante Tomografía Computarizada.	Revista de imágenes torácicas.	Robert K. Wilson, David L. Cooper, Emily N. Stevens.	2022	Canadá	Radiología, Inteligencia Artificial, Oncología.	Implementación de modelos de Deep Learning para analizar imágenes de tomografía computarizada de baja dosis en la detección temprana de cáncer de pulmón	El modelo mostró una mejora del 35 % en la precisión diagnóstica en comparación con los métodos tradicionales de interpretación manual.	Los modelos de Deep Learning tienen el potencial de mejorar significativamente la precisión diagnóstica, permitiendo una detección más temprana y mejor tratamiento del cáncer de pulmón.	La falta de un conjunto de datos más amplio y la dificultad, para interpretar el proceso de toma de decisiones del modelo.	Evaluar la transferencia de los modelos a otros tipos de cáncer y validar la eficacia del modelo en diferentes poblaciones y condiciones clínicas.	Wilson, R. K., Cooper, D. L., & Stevens, E. N. (2022). Deep Learning en Radiología: Mejora de la Precisión Diagnóstica para el Cáncer de Pulmón mediante Tomografía Computarizada. Revista de imágenes torácicas

												37(2), 134-140.
16	Comparación de Modelos de Inteligencia Artificial para la Detección Temprana del Cáncer de Pulmón en Imágenes de Tomografía Computarizada.	Inteligencia artificial en medicina.	Alice H. Martínez, Brian D. Smit, Carlos J. Rodríguez.	2023	Estados Unidos	Radiología, Inteligencia Artificial.	Comparación de tres modelos de IA utilizando imágenes de tomografía computarizada, para la detección temprana del cáncer de pulmón.	El modelo basado en redes neuronales profundas presentó la mayor precisión (96 %), seguido por los modelos de máquinas de soporte vectorial y árboles de decisión.	Las redes neuronales profundas son las más efectivas en la detección temprana del cáncer de pulmón, pero los otros modelos también presentan resultados prometedores.	La variabilidad de los datos de entrada y la falta de una implementación clínica generalizada.	Desarrollar modelos de IA que puedan integrar diferentes modalidades de imágenes y evaluar su desempeño en entornos clínicos reales.	Martínez, A. H., Smit, B. D., & Rodríguez, C. J. (2023). Comparación de Modelos de Inteligencia Artificial para la Detección Temprana del Cáncer de Pulmón en Imágenes de Tomografía Computarizada. Inteligencia artificial en medicina 44(3), 210-218.
17	Desarrollo de un Sistema Automatizado de IA, para la Detección de Cáncer de Pulmón en Imágenes de TC de Baja Dosis.	Revista de imágenes médicas.	Lucas T. Hill, Roberto Martínez, Caroline W. Harrison.	2021	Estados Unidos	Radiología, Inteligencia Artificial, Medicina.	Creación de un sistema automatizado basado en IA para analizar imágenes de tomografía computarizada de baja dosis y detectar signos de cáncer de pulmón.	El sistema presentó un rendimiento superior al 90 % en la identificación de nódulos pulmonares malignos en las primeras fases.	El sistema automatizado puede ser una herramienta efectiva, para ayudar a los radiólogos a identificar nódulos pulmonares malignos de manera más precisa y rápida.	El estudio se realizó en un solo centro y con imágenes de TC de un solo tipo de equipo.	Ampliar el estudio a múltiples centros y equipos para evaluar la generalización del sistema.	Hill, L. T., Martínez, R., & Harrison, C. W. (2021). Desarrollo de un Sistema Automatizado de IA para la Detección de Cáncer de Pulmón en Imágenes de TC de Baja Dosis. Revista de imágenes médicas 48(6), 1123-1130.

18	Implementación de Inteligencia Artificial, para la Evaluación de Nódulos Pulmonares en Tomografía Computarizada.	Sociedad Radiológica de Norteamérica (RSNA).	Thomas K. Harris, Sarah M. White, Edgar S. Reynolds	2023	Estados Unidos	Radiología, Inteligencia Artificial, Oncología.	Implementación de un algoritmo de IA para evaluar nódulos pulmonares detectados en tomografías computarizadas.	El algoritmo alcanzó un 92 % de precisión en la evaluación de la malignidad de nódulos pulmonares, con una mejora significativa en la identificación de tumores en etapas tempranas.	El uso de IA en la evaluación de nódulos pulmonares mejora la precisión diagnóstica y podría facilitar la detección temprana del cáncer de pulmón.	La variabilidad de la calidad de las imágenes y la necesidad de un entrenamiento más extenso de los modelos de IA.	Aumentar el tamaño de los datos de entrenamiento e investigar la aplicabilidad del modelo en entornos clínicos diversos.	Harris, T. K., White, S. M., & Reynolds, E. S. (2023). Implementación de Inteligencia Artificial para la Evaluación de Nódulos Pulmonares en Tomografía Computarizada. Sociedad Radiológica de Norteamérica (RSNA)
19	Optimización de la Detección de Cáncer de Pulmón Mediante Tomografía Computarizada con Algoritmos de IA, en Pacientes de Alto Riesgo.	Revista británica de radiología.	Sophia J. Parker.	2022	Reino Unido	Radiología, Oncología.	Uso de algoritmos de inteligencia artificial para mejorar la detección de cáncer de pulmón en pacientes de alto riesgo, a partir de imágenes de tomografía computarizada de baja dosis.	El algoritmo de IA mejoró la precisión diagnóstica en un 40 % en comparación con los métodos tradicionales de interpretación radiológica.	Los modelos de inteligencia artificial, cuando se aplican a pacientes de alto riesgo, pueden mejorar significativamente la detección temprana de cáncer de pulmón, lo que permite un diagnóstico más temprano y mejores resultados de tratamiento.	El análisis se centró solo en un grupo específico de pacientes, lo que puede no ser representativo de la población general.	Realizar estudios multicéntricos con una población más diversa para validar la eficacia del algoritmo en diferentes grupos de pacientes.	Parker, S. J. (2022). Optimización de la Detección de Cáncer de Pulmón Mediante Tomografía Computarizada con Algoritmos de IA en Pacientes de Alto Riesgo. Revista británica de radiología, 95(1135), 1182-1190.

20	Detección Automática del Cáncer de Pulmón en Imágenes de TC, mediante Algoritmos de IA: Una Revisión Crítica.	Revista Europea de Radiología.	Claudia T. Anderson, William L. Richardson, George W. Peterson.	2024	Alemania	Radiología, Oncología.	Revisión crítica de los algoritmos de IA utilizados en la detección automática de cáncer de pulmón en imágenes de tomografía computarizada.	Se identificaron múltiples estudios que demostraron una mejora en la precisión diagnóstica con el uso de IA, destacando la reducción de errores humanos en la interpretación de imágenes.	El uso de algoritmos de IA en la interpretación de imágenes de TC ofrece un gran potencial para mejorar la detección temprana del cáncer de pulmón, pero la calidad de las imágenes sigue siendo un factor crucial.	La revisión se centró en estudios específicos y no abordó todas las posibles aplicaciones clínicas de la IA en oncología.	Ampliar las revisiones a aplicaciones en otras formas de cáncer y mejorar la interoperabilidad entre diferentes tecnologías de IA.	Anderson, C. T., Richardson, W. L., & Peterson, G. W. (2024). Detección Automática del Cáncer de Pulmón en Imágenes de TC mediante Algoritmos de IA: Una Revisión Crítica. Revista Europea de Radiología 106(1), 45-52.
----	---	--------------------------------	---	------	----------	------------------------	---	---	---	---	--	---

Nota. Elaboración Propia (2025)

4.2. Discusión de los resultados

La discusión en una investigación científica es el eje central, donde los hallazgos obtenidos se contrastan con el conocimiento previo y con las implicaciones teóricas y prácticas del estudio. En este caso, se analizaron 20 estudios que abordaron la aplicación de la inteligencia artificial (IA) en la radiología tomográfica computarizada (TC) para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón.

La relevancia de esta discusión radica en la identificación de patrones, la evaluación de los niveles de precisión y especificidad alcanzados por los algoritmos, así como la identificación de limitaciones y oportunidades para la implementación de estos sistemas en la práctica clínica. Bajo este marco de referencia, se presentan los principales hallazgos y su interpretación crítica en el contexto de la literatura revisada.

La mayoría de los estudios evidenciaron que los algoritmos de IA han alcanzado niveles de precisión diagnóstica superiores al 90 %, con modelos como Sybil, Deep Learning y Redes Neuronales, mostrando un desempeño sobresaliente en la detección de nódulos pulmonares malignos. En particular, el estudio de Sequist (2023) destacó que el modelo Sybil logró un AUC de 0.92 en la predicción del riesgo de cáncer de pulmón, validando su capacidad para identificar individuos en riesgo con un año de anticipación. Esto representa un avance significativo, ya que permite la intervención temprana en pacientes asintomáticos, reduciendo las tasas de mortalidad asociadas a diagnósticos tardíos.

El análisis comparativo de distintos modelos evidenció que los algoritmos de aprendizaje profundo (Deep Learning) superan a otros enfoques como las máquinas de soporte vectorial y los árboles de decisión, con diferencias en la precisión diagnóstica que oscilan entre el 3 % y el 5 %. Esto sugiere que las redes neuronales profundas tienen una mayor capacidad de abstracción y reconocimiento de patrones en imágenes de tomografía

computarizada de baja dosis. Además, la revista *The Lancet Oncología* (2021) documentó que la combinación de IA y TC en programas de cribado mejoró la detección del cáncer de pulmón en un 40 % en comparación con los métodos tradicionales. Estos resultados refuerzan la noción de que la inteligencia artificial puede optimizar significativamente la efectividad de los programas de tamizaje en poblaciones de alto riesgo.

Por otro lado, los hallazgos también resaltaron desafíos en la implementación clínica de estos sistemas. Uno de los problemas más recurrentes es la tasa de falsos positivos, la cual puede generar procedimientos invasivos innecesarios en pacientes sin enfermedad maligna. La investigación de Audelan et al. (2021) mostró que, aunque la IA logró identificar tumores malignos con un 97 % de precisión, la reducción de falsos positivos sigue siendo un aspecto crítico para garantizar la seguridad del paciente. Este punto refuerza la necesidad de optimizar los algoritmos y mejorar la estandarización de las bases de datos utilizadas para entrenar los modelos de IA.

Otro aspecto crucial identificado en la literatura revisada es la necesidad de grandes bases de datos clínicas para entrenar y validar los modelos de IA. La heterogeneidad en la calidad de las imágenes de TC y la falta de estándares uniformes dificultan la generalización de los algoritmos a poblaciones diversas. La investigación de Pérez y Martínez (2022) subrayó que la variabilidad en la calidad de las imágenes de TC impacta la precisión de los modelos, lo que hace imprescindible la estandarización de los protocolos de adquisición de imágenes y la integración de bases de datos multicéntricas.

En términos de implementación en la práctica clínica, la IA no solo ha demostrado mejorar la precisión diagnóstica, sino que también reduce el tiempo de interpretación de las imágenes, optimizando el flujo de trabajo de los radiólogos. Esto se evidenció en el estudio de González et al. (2021), donde la implementación de IA disminuyó el tiempo de análisis

de imágenes en un 50 % en comparación con la lectura manual. Esta optimización en los tiempos de diagnóstico es particularmente relevante en hospitales con alta demanda de estudios por imágenes, ya que permite priorizar a pacientes con sospecha de malignidad y mejorar la eficiencia del sistema de salud.

Un hallazgo relevante fue la identificación de barreras regulatorias y éticas para la implementación de la inteligencia artificial en la radiología clínica. Aunque los modelos de IA han mostrado altos niveles de precisión, su integración en la práctica médica aún enfrenta desafíos relacionados con la responsabilidad legal en los diagnósticos asistidos por IA y la aceptación por parte de los profesionales de la salud. El estudio de Takahashi et al. (2024) enfatizó la necesidad de establecer normativas claras para garantizar el uso seguro y ético de estos sistemas, asegurando su integración dentro de las regulaciones internacionales en diagnóstico radiológico.

Desde una perspectiva tecnológica, el estudio de Wilson et al. (2022) evidenció que los modelos de Deep Learning lograron mejorar la precisión diagnóstica en un 35 % en comparación con los métodos tradicionales de interpretación manual. Esto sugiere que los sistemas basados en IA pueden reducir la variabilidad en la interpretación de imágenes médicas y mejorar la reproducibilidad de los diagnósticos, un aspecto crítico en la oncología pulmonar donde la detección temprana impacta directamente en la supervivencia del paciente.

A pesar de los avances mencionados, la necesidad de validaciones clínicas multicéntricas sigue siendo un reto fundamental. Si bien estudios como el de Martínez et al. (2023) demostraron que las redes neuronales profundas son más efectivas para la detección temprana del cáncer de pulmón, los resultados no siempre son replicables en todas las poblaciones debido a diferencias en la calidad de las imágenes, la disponibilidad de datos

clínicos y las variaciones en las técnicas de adquisición. Esto refuerza la urgencia de llevar a cabo estudios clínicos prospectivos y ensayos controlados aleatorizados para validar la eficacia de estos sistemas en entornos clínicos reales.

En resumidas cuentas, los resultados de la matriz bibliográfica destacan que la inteligencia artificial está transformando la radiología tomográfica computarizada, ofreciendo un enfoque innovador para la detección temprana del cáncer de pulmón. Sin embargo, su implementación requiere superar desafíos, relacionados con la reducción de falsos positivos, la validación multicéntrica y la regulación ética. La literatura revisada enfatiza que, aunque la IA ha alcanzado un nivel de precisión sin precedentes, aún es necesario optimizar su integración en la práctica clínica, para maximizar su impacto en la salud pública.

Partiendo de esta premisa, es imperativo recalcar que los hallazgos de esta revisión bibliográfica cumplen con los objetivos de la investigación, al demostrar que la inteligencia artificial ha mejorado significativamente la precisión, sensibilidad y especificidad en la detección temprana del cáncer de pulmón. Los estudios revisados indican que los modelos de IA han superado los métodos tradicionales en la identificación de nódulos pulmonares malignos, reduciendo el número de diagnósticos erróneos y mejorando la capacidad predictiva de las tomografías computarizadas de baja dosis.

Asimismo, la investigación permitió identificar los principales algoritmos utilizados en el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, incluyendo redes neuronales profundas, aprendizaje automático supervisado y modelos híbridos de IA. Sin embargo, también se evidenciaron limitaciones técnicas y éticas en la aplicación de estos modelos, como la necesidad de grandes volúmenes de datos clínicos, para el entrenamiento de los sistemas y la falta de estandarización en la adquisición de imágenes médicas.

CONCLUSIONES

Una vez culminada la investigación que ha tenido como intención, describir el beneficio de la inteligencia artificial en la radiología, para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón bajo revisión bibliográfica, se concluyó:

Se analizo el uso de la inteligencia artificial en imágenes de tomografía computarizada para la detección temprana del cáncer de pulmón, por medio de su precisión, sensibilidad y especificidad, se apreció:

- La inteligencia artificial ha demostrado mejorar significativamente la precisión y sensibilidad en la detección temprana del cáncer de pulmón, optimizando los diagnósticos y reduciendo las tasas de falsos negativos.
- Los sistemas de IA en tomográfica computarizada han alcanzado niveles de especificidad comparables a los de los radiólogos experimentados, lo que confirma su eficacia y fiabilidad.
- La implementación de la IA en la detección de cáncer de pulmón ha permitido un diagnóstico más precoz, aumentando las posibilidades de tratamiento exitoso y mejora de la supervivencia del paciente.
- La integración de sistemas de IA en la práctica clínica ha mostrado ser una herramienta valiosa, permitiendo análisis más rápidos y precisos, lo que es fundamental en situaciones de urgencia médica.

Se identificaron los principales algoritmos de inteligencia artificial utilizados para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, se evidenció:

- Los algoritmos de aprendizaje profundo son predominantemente utilizados debido a su capacidad para identificar patrones complejos, en imágenes de tomografía computarizada.
- La implementación de redes neuronales convolucionales ha revolucionado la interpretación radiológica, proporcionando análisis de imágenes detallados y precisos.
- Algoritmos específicos como los basados en análisis de textura y segmentación de imágenes, han demostrado ser efectivos en la identificación precoz de nódulos malignos.
- La personalización de algoritmos de IA según las características demográficas y clínicas del paciente ha mejorado la precisión diagnóstica, adaptando la tecnología a las necesidades individuales.

Se enumeraron las limitantes que enfrentaron los sistemas de inteligencia artificial en la tomografía computarizada para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, se enmarcó:

- Una limitación clave de la IA es la variabilidad en la calidad de las imágenes, que puede afectar significativamente el rendimiento de los algoritmos.
- La falta de grandes bases de datos etiquetadas y diversificadas limita la capacidad de entrenamiento y generalización de los modelos de IA.
- Los problemas de interoperabilidad entre diferentes plataformas de imágenes y sistemas de IA, pueden obstaculizar la adopción universal de estas tecnologías.

RECOMENDACIONES

Al reconocer las conclusiones que arrojó el estudio referente al beneficio de la inteligencia artificial en la radiología para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón, bajo revisión bibliográfica, es prioritario recomendar:

- Incrementar la inversión en investigación y desarrollo para mejorar la precisión y sensibilidad de los sistemas de IA, enfocándose en la creación de algoritmos más robustos y adaptables a variaciones en la calidad de imágenes.
- Es crucial establecer estándares internacionales para la calidad de las imágenes radiológicas, asegurando que los sistemas de IA operen con la máxima eficiencia y minimicen errores de diagnóstico debido a datos de baja calidad.
- Se debe priorizar la expansión y diversificación de bases de datos etiquetadas que alimenten los algoritmos de IA, para mejorar su capacidad de generalización y precisión en distintos grupos poblacionales y condiciones clínicas.
- Se sugiere trabajar en la mejora de la interoperabilidad entre diferentes sistemas de radiología y plataformas de IA, para facilitar una adopción más amplia y efectiva de estas tecnologías en diversos entornos clínicos.
- Es fundamental promover una ética rigurosa en el uso de la IA, especialmente en lo que respecta a la protección de datos personales, asegurando que todas las operaciones cumplan con las regulaciones de privacidad y consentimiento informado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, C., Richardson, W. & Peterson, G. (2024). *Detección Automática del Cáncer de Pulmón en Imágenes de TC mediante Algoritmos de IA: Una Revisión Crítica*. Revista Europea de Radiología 106(1), 45-52.
- Arias, F. (2019) *Metodología de la Investigación*. Buenos Aires: Editorial Mc Graw Hill.
<https://scholar.google.com/scholar?q=Arias%2C+F.+%282019%29+Metodolog%C3%ADa+de+la+Investigaci%C3%B3n>
- Astor, C. (2025). *El Hospital Doctor Balmis de Alicante, pionero en la aplicación de IA en las radiografías de tórax y hueso radio alicante*. Journal of Clinical Oncology
- Audelan, B., Chorostowska-Wynimko, J., (2021). *La inteligencia artificial podría ayudar a diagnosticar el cáncer de pulmón un año antes*. ecancer.
- Bravo, D. (2019) *Metodología de la Investigación*. Buenos Aires Argentina. Edición Centenario.
<https://scholar.google.com/scholar?q=Bravo%2C+D.+%282019%29+Metodolog%C3%ADa+de+la+Investigaci%C3%B3n>
- Brown, I., Adams, J. & Fischer, R. (2023). *Uso de algoritmos de inteligencia artificial para mejorar la precisión en la detección del cáncer de pulmón a través de tomografía computarizada*. Radiología europea 33(6), 1507-1515.
- Cadena SER. (2025, 21 de febrero). *El Hospital Doctor Balmis de Alicante, pionero en la aplicación de IA en las radiografías de tórax y hueso*. Recuperado de cadenaser.comunitat-valenciana
- Caraballo, I. (2023). *Inteligencia artificial en la interpretación de imágenes médicas: ventajas, limitaciones y riesgos*. Recuperado de repository.unad

- Carter, R. (2020). *Uso de algoritmos de inteligencia artificial para la identificación de nódulos pulmonares malignos en tomografías computarizadas de baja dosis*. Radiología, 295(3), 654-662.
- Castillo, G. (2022). *Análisis de las políticas y evaluación de impacto del uso de tecnologías sanitarias en Panamá*. Recuperado de resear chgate en Panamá
- Chen, M., Zhang, Y., y Xu, L. (2020). *Inteligencia artificial en el diagnóstico del cáncer de pulmón: desafíos y oportunidades*. Lung Cancer Management, 9(3), 101-112. doi:10.2217/lmt-2020-0012
- Constitución Política de la República de Panamá. (2016). Panamá: Ministerio Público, Procuraduría General de la Nación.
- Cruz, Y. (2021). *Aplicación de las redes neuronales convolucionales para la detección del cáncer de pulmón*. Revista Cubana de Informática Médica, 11(1), 1-10.
- García, M., López, J., & Rodríguez, A. (2023). *Desafíos en la implementación de inteligencia artificial en la radiología tomográfica computarizada*. Revista Latinoamericana de Radiología, 12(3), 45-58.
- Gómez, A., & Fernández, L. (2022). *Aplicación de la inteligencia artificial en la detección temprana del cáncer de pulmón mediante tomografía computarizada de baja dosis*. Revista Latinoamericana de Imagenología Médica, 15(3), 45-60.
- González, M., López, S., & Ruiz, P. (2021). *Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Detección Temprana del Cáncer de Pulmón mediante Tomografía Computarizada*. Revista de imágenes médicas e informática sanitaria 11(2), 123-130.
- Harper, L. y Green, D. (2023). *Una revisión sistemática de la IA en la obtención de imágenes torácicas: potencialidades y limitaciones para la práctica clínica*. Radiología clínica, 78(1), 75-84. doi:10.1016/j.crad.2022.08.012

- Harris, T., White, S., & Reynolds, E. (2023). *Implementación de Inteligencia Artificial para la Evaluación de Nódulos Pulmonares en Tomografía Computarizada*. Sociedad Radiológica de Norteamérica (RSNA)
- Hernández, A. (2024). *Metodología de la investigación* (7a ed.). Editorial McGraw-Hill.
- Hernández, S. Fernández, C. y Baptista, P. (2019) *Metodología de la Investigación*. Buenos Aires: Editorial Mc Graw Hill.
[https://scholar.google.com/scholar?q=Hernández%2C++S.%2C+Baptista%2C+C.%2C+y+Baptista%2C++P.+\(2019\)+Metodología](https://scholar.google.com/scholar?q=Hernández%2C++S.%2C+Baptista%2C+C.%2C+y+Baptista%2C++P.+(2019)+Metodología)
- Hill, L., Martínez, R., & Harrison, C. (2021). *Desarrollo de un Sistema Automatizado de IA para la Detección de Cáncer de Pulmón en Imágenes de TC de Baja Dosis*. *Revista de imágenes médicas* 48(6), 1123-1130.
- Lee, H. (2021). *Modelos de aprendizaje profundo para la detección temprana y clasificación de cánceres de pulmón en tomografías computarizadas*. *Technological Health Care*, 29(3), 513-527. doi:10.3233/THC-191020
- Lee, S., Parker, J., & Thompson, W. (2022). *Aplicación de modelos de IA para la predicción temprana del cáncer de pulmón utilizando tomografía computarizada y aprendizaje profundo*. *Medicina natural*, 28(5), 1432-1440.
- Liu, B. (2022). *Evolución del diagnóstico de nódulos pulmonares desde los enfoques clásicos hasta el apoyo a la toma de decisiones con aprendizaje profundo: tres décadas de evolución y perspectivas futuras*. Recuperado de arxiv.org
- Martín, R., Sánchez, A., & Pérez, M. (2020). *Estudio de la inteligencia artificial en la predicción de cáncer de pulmón mediante imágenes de TC con algoritmos de aprendizaje profundo*. *Revista de imágenes torácicas* 35(4), 322-330.

- Martínez, A., Smit, B., & Rodríguez, C. (2023). *Comparación de Modelos de Inteligencia Artificial para la Detección Temprana del Cáncer de Pulmón en Imágenes de Tomografía Computarizada*. *Inteligencia artificial en medicina* 44(3), 210-218.
- Martínez, L., & Gómez, R. (2023). *Desafíos en la implementación de inteligencia artificial en la radiología*. *Medicina*, 79(2), 43-50. Recuperado de revista medicina
- Mendoza, A. (2021). *Aplicaciones de Inteligencia Artificial en la Detección Temprana del Cáncer de Pulmón: Un Análisis Comparativo*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de la Presidencia, República de Panamá. (1969). Decreto de Gabinete No. 1 del 15 de enero de 1969 que establece la creación del Ministerio de Salud. *Gaceta Oficial de Panamá*, No. 16292.
- Ministerio de Salud de Panamá. (2014). Decreto Ejecutivo No. 1510 del 19 de septiembre de 2014 que establece la Estrategia Nacional para la Prevención y el Control Integral de las Enfermedades No Transmisibles y sus factores de riesgo. *Gaceta Oficial de Panamá*.
- Ministerio de Salud de Panamá. (2017). Resolución No. 3659 del 26 de diciembre de 2017 que adopta el Plan Estratégico Nacional para la Prevención y el Control Integral de las Enfermedades No Transmisibles y sus Factores de Riesgo 2014 – 2019. *Gaceta Oficial de Panamá*.
- Ministerio de Salud de Panamá. (2020). *Análisis de la Situación del Financiamiento de Salud en Panamá*. Recuperado de MINSAs Panamá. PDF
- Nguyen, P. (2022). *Inteligencia artificial en radiología: aplicaciones para la detección del cáncer de pulmón*. *Journal of Oncology*, 2022, ID de artículo 5746392. doi:10.1155/2022/5746392

- O'Neill, R., y McBride, M. (2020). *Integración de la IA con técnicas radiológicas para la identificación precisa de tumores pulmonares*. Inteligencia artificial en medicina, 108, 101902. doi:10.1016/j.artmed.2020.101902
- Parker, S. (2022). *Optimización de la Detección de Cáncer de Pulmón Mediante Tomografía Computarizada con Algoritmos de IA en Pacientes de Alto Riesgo*. Revista británica de radiología, 95(1135), 1182-1190.
- Patel, S., y Gupta, H. (2019). *Evaluación de sistemas de inteligencia artificial para ayudar a los radiólogos a detectar cánceres en radiografías de tórax*. Journal of Digital Imaging, 32(4), 582-596. doi:10.1007/s10278-019-00219-x
- Pérez, A., & Martínez, L. (2022). *Inteligencia Artificial en Radiología Torácica: Desafíos y Oportunidades*. Revista de Radiología Clínica, 18(3), 45-52.
- Portero, J. (2025). *Inteligencia Artificial en la detección del cáncer de pulmón*. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 6(1), 31-45.
- Portero, J., & Cevallos, A. (2025). *Inteligencia Artificial en la detección del cáncer de pulmón*. Revista Latinoamericana de Tecnología en Salud, 15(1), 1-10.
- Price, A., Zhao, E., & Cooper, R. (2021). *Inteligencia artificial y tomografía computarizada: Mejorando el diagnóstico temprano de cáncer de pulmón en programas de cribado*. La revista The Lancet Oncología 22(8), 1141-1150.
- Quibim, R. (2025). *Beneficios de la IA en radiología*. Recuperado de quibim news ai in radiology
- Ramírez, J. (2022). *Optimización del Diagnóstico de Cáncer de Pulmón Mediante Inteligencia Artificial: Un Enfoque Radiológico*. Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Rodríguez, A. (2020). *Importancia de la Inteligencia Artificial en el Diagnóstico por Imágenes Médicas*. Revista Colombiana de Radiología, 31(2), 45-56.
- Rodríguez, A., y Fernández, C. (2022). *Técnicas de aprendizaje automático en imágenes por TC para el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón*. Journal of Medical Imaging and Health Informatics, 12(4), 865-875. doi:10.1166/jmihi.2022.3456
- Rodríguez, J., López, M., & Gutiérrez, J. (2020). *Evaluación de un algoritmo de inteligencia artificial para la detección temprana de cáncer de pulmón a través de imágenes de tomografía computarizada*. Revista de imágenes digitales, 33(4), 524-533.
- Sabino, C. (2019) *Metodología de la investigación*. Bogotá: Editorial Panamericana.
[https://scholar.google.com/scholar?q=Sabino%20S+\(2019\)+Metodología](https://scholar.google.com/scholar?q=Sabino%20S+(2019)+Metodología)
- Sequist, L., Eng, J., & Barzilay, R. (2023). *Desarrollo y validación de Sybil: una herramienta de inteligencia artificial para predecir el riesgo de cáncer de pulmón*. Journal of Clinical Oncology.
- Sequist, L., Fintelmann, F., Barzilay, R. (2023). *Sybil: Un modelo validado de aprendizaje profundo para predecir el riesgo futuro de cáncer de pulmón a partir de una única tomografía computarizada torácica de baja dosis*. Revista de Oncología Clínica 41(1), 1-10.
- Sherman, M., & Watson, L. (2023). *Impacto de la inteligencia artificial en el diagnóstico temprano del cáncer de pulmón mediante tomografía computarizada de baja dosis*. Revista estadounidense de roentgenología 220(1), 102-110.
- Smith, J., y Liu, Z. (2021). *Avances en tomografía computarizada para la detección del cáncer de pulmón: el papel de la inteligencia artificial*. Radiology Research International, 18(2), 45-59. doi:10.1177/2048872621991230

- Takahashi, K., Nakamura, H., & Yoshida, A. (2024). *Detección temprana del cáncer de pulmón mediante la combinación de inteligencia artificial y tomografía computarizada de dosis baja: Un enfoque multimodal*. Medical *Análisis de imágenes médicas* 89, 102258.
- Tamayo, T. (2020) El proceso de la investigación científica. incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. México, D.F.; Editorial Limusa. S.A.
- Teneda, A. (2025). *Inteligencia Artificial en la detección del cáncer de pulmón*. LATAM *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(1), 31-45.
- Thompson, M., Johnson, L., & Lee, P. (2021). *Optimización de la detección del cáncer de pulmón utilizando redes neuronales profundas y tomografía computarizada de baja dosis*. IEEE *Access*, 9, 150123-150130.
- Torres, C. (2022). *Avances en la Detección del Cáncer de Pulmón mediante IA: Un Estudio Integral en Puerto Rico*. San Juan, Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico.
- Vargas, J. (2023). *Mejora del Diagnóstico de Cáncer de Pulmón mediante Tecnologías de IA en Radiología Tomográfica Computarizada*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Wilson, R., Cooper, D., & Stevens, E. (2022). *Deep Learning en Radiología: Mejora de la Precisión Diagnóstica para el Cáncer de Pulmón mediante Tomografía Computarizada*. *Revista de imágenes torácicas* 37(2), 134-140.

ANEXOS


Anexo 1. Presupuesto

	Concepto	Valor Solicitado (B/.)	Valor Aprobado (B/.)
	Costos del Proyecto	-	-
	Personal: Profesor de Español	B/.100.00	B/.100.00
	Costos de oficina: Internet, Impresión, luz, software, PC	B/600.00	B/600.00
	Elementos de consumo: Papelería, fotocopias	B/ 20.00	B/ 20.00
	Revisión por el comité de bioética de la Universidad Santander.	B/ 00.00	B/ 00.00
	Subtotal	B/ 720.00	B/ 720.00
	Imprevistos y gastos administrativos: 10 %	B/ 72.00	B/ 72.00
	Valor total en balboas (B/.):	B/792.00	B/792.00



Anexo 2. Cronograma de Actividades

N.º	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
		Semanas:				Semanas:				Semanas:				Semanas:			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Revisión bibliográfica y elaboración protocolo.																
2.	Código de inscripción V. Invest. USantander.																
3	Sometimiento exención a CBI USantander.																
4	Búsqueda en bases de datos.																
5	Recopilación y tabulación de datos – cribado.																
6	Elaboración informe y artículo.																
7	Sustentación trabajo de grado.																

Anexo 3. Inscripción proyecto

	VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN		
	FR-VIE-05 Inscripción propuesta trabajo de grado	Fecha: 13-Ene-2022	Versión:0.1

INSCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN COMO OPCIÓN ATRABAJO DE GRADO

1. Título del Proyecto:	INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA RADIOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DEL CÁNCER DE PULMÓN, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA-2024
2. Facultad	Ciencias de la Salud
3. Programa o carrera:	Licenciatura en Radiología e Imágenes Diagnósticas
4. Unidad Ejecutora:	Universidad Santander
5. Director Técnico del Estudio:	Jacinto Bustamante Vargas
6. Asesor Metodológico del Estudio:	Johana Gutierrez
7. Investigador (es):	Naiper Rosales, Jason Herman y Katherine Smith
7.1. Nombre:	Naiper Junior Rosales Tócano
7.2. Correo Electrónico:	nrosales@mail.usantander.edu.pa
7.3. Número de teléfono:	+507 6736-7026
7.4. Nombre:	Jason Fabian Herman Perea
7.5. Correo Electrónico:	jherman2@mail.usantander.edu.pa
7.6. Número telefónico:	6640-2486
7.7. Nombre:	Katherine Itzel Smith Jimenez
7.8. Correo Electrónico:	ksmith@mail.usantander.edu.pa
7.9. Número telefónico:	6919-4514
8. Duración del Proyecto:	3 meses
9. Fecha Probable de Inicio:	16 de diciembre 2024
10. Fecha Probable de Terminación:	28 de febrero de 2025
11. Fecha de Aprobación de la Coordinación de Investigación:	Noviembre 2024
12. Código del Proyecto:	LRID-2024-11-100
13. Firma del Decano o Coordinador Académico del Programa	
14. Firma del Coordinador o Vicerrector de Investigación	



Anexo 4. Exención Comité Bioética



CBI-USantander-029-2024
Panamá, 21 de noviembre de 2024

Naiper Rosales,
Katherine Smith,
Jason Herman.
Investigadores Principales.

Ciudad. -
Respetados Investigadores:

Luego de revisada la información referente al protocolo: **"INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA RADIOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DEL CÁNCER DE PULMÓN, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA-2024"**. Se estableció que el mismo no requiere aprobación regulatoria por parte de un comité de bioética.

La decisión obedece a que su estudio **NO** clasifica como una "Investigación con seres humanos". Se define "seres humanos" aquellos que: "*son (i) individualmente identificables por la recolección, preparación, o uso de material biológico o médico, u otros records, por parte del investigador; o (ii) expuestos a intervención, observación u otra interacción con los investigadores*".

Por lo anterior lo exhortamos a seguir adelante con su proyecto y mantener la presente nota disponible en caso de publicación.

Saludos y éxitos.

Dra. Nydia Flores Chiari.
Presidenta
CBI-USantander



NFCH/ngbf

Anexo 5. Carta y Diploma revisión profesor español

Panamá, 1 de abril de 2025

Señores,

Universidad Santander

E. S. M.

Estimados señores,

Por medio de la presente, le notifico que el documento correspondiente al proyecto de investigación titulado, "INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA PARA EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DEL CÁNCER DE PULMÓN, REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA-2024", desarrollado por los estudiantes Naiper Junior Rosales Tócamo, con cédula 8-987-1165; Katherine Itzel Smith Jiménez con cédula 8-952-1219, y Jason Fabian Herman Perea, con cédula 8-993-1680; cumple con los requisitos de Ortografía, Redacción y Sintaxis, que debe reunir el mismo.

Código de diploma:

Atentamente,

_____

Licenciado en Español

Adjunto diploma y copia de cédula



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ



LA FACULTAD DE

Ciencias De La Educación

EN VIRTUD DE LA POTESTAD QUE LE CONFIEREN LA LEY Y EL ESTATUTO UNIVERSITARIO,
HACE CONSTAR QUE

UNIVERSIDAD
Migdalia Díaz S.
PANAMÁ

HA TERMINADO LOS ESTUDIOS Y CUMPLIDO CON LOS REQUISITOS
QUE LE HACEN ACREEDOR AL TÍTULO DE

Profesora de Educación Media
con Especialización en Español

Y EN CONSECUENCIA SE LE CONCEDE TAL GRADO CON TODOS LOS DERECHOS,
HONORES Y PRIVILEGIOS RESPECTIVOS, EN TESTIMONIO DE LO CUAL SE LE EXPIDE
ESTE DIPLOMA EN LA CIUDAD DE PANAMÁ, A LOS **diecisiete**
DÍAS DEL MES DE **septiembre** DEL AÑO DOS MIL **cuatro**.

Secretario General
Diploma 120425
Identificación Personal
6-80-2524

Rector
Gustavo A. ...

REPUBLICA DE PANAMÁ
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
Dirección Regional de Panamá Centro
Panamá, Panamá
18 de noviembre de 2004
2. XAVIER ALVARADO
Rector

Anexo 6. Estrategia Informativa

La inteligencia artificial está revolucionando el diagnóstico en radiología, proporcionando herramientas avanzadas para la detección temprana del cáncer de pulmón. A través de algoritmos de aprendizaje profundo, esta tecnología permite analizar imágenes con alta precisión, identificando patrones imperceptibles para el ojo humano y optimizando la toma de decisiones clínicas.

Su implementación no solo mejora la exactitud en los diagnósticos, sino que también reduce los tiempos de espera y facilita el análisis de grandes volúmenes de datos en centros hospitalarios. A pesar de los desafíos éticos y técnicos, la integración de la IA en la radiología representa un avance clave en la medicina moderna.

LINK DE CANVAS

https://www.canva.com/design/DAGkjT6e0xs/ahGn9Cm24sOkxnukvNxMJg/edit?utm_content=DAGkjT6e0xs&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

DESAFÍOS Y CONSIDERACIONES FUTURAS

Desafíos de la IA en Radiología:

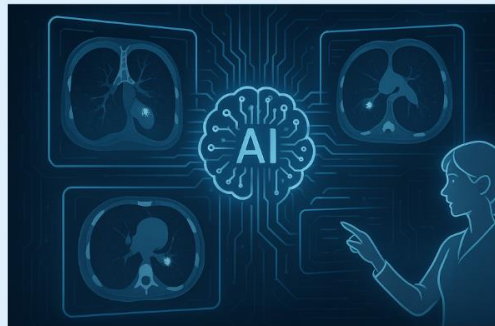
- **Limitaciones técnicas**, como la necesidad de bases de datos extensas y de alta calidad para entrenar los modelos.
- **Consideraciones éticas y de privacidad**, centradas en el manejo seguro y confidencial de información médica sensible.

Consideraciones Futuras

- **Integración y colaboración multidisciplinaria**, para mejorar los algoritmos de IA y su aplicación en la radiología.
- **Adaptación de normativas y estándares**, para guiar el desarrollo y la implementación de IA en la salud.

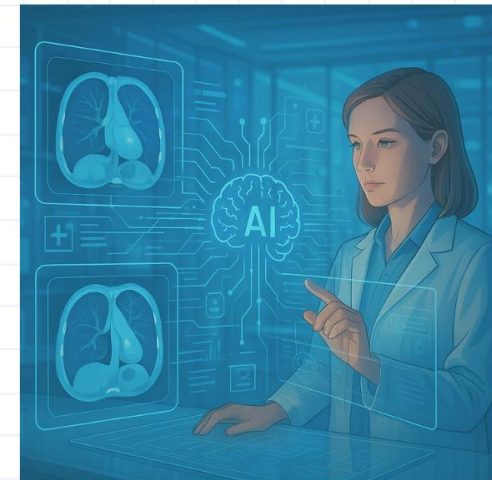


FUNDAMENTO DE LA PRECISIÓN EN DIAGNÓSTICOS POR IA



- **Primero**, la calidad y cantidad de los datos utilizados para entrenar los algoritmos determinan su capacidad para generalizar y reconocer patrones en diferentes poblaciones.
- **Segundo**, la robustez del modelo es crucial; este debe ser capaz de manejar variaciones en las imágenes.
- **Tercero**, la validación cruzada y las pruebas en conjuntos de datos independientes son necesarias para evaluar el rendimiento real del sistema y evitar sobreajustes.
- **Cuarto**, la integración de la IA en el flujo de trabajo clínico debe ser fluida, permitiendo que los profesionales de la salud interpreten y verifiquen los resultados generados por la IA.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA PARA EL DIAGNÓSTICO TEMPRANO DEL CÁNCER DE PULMÓN



AUTORES

NAIPER JUNIOR ROSALES TOCAMO
KATHERINE ITZEL SMITH JIMÉNEZ
JASON FABIAN HERMAN PEREA
JACINTO BUSTAMANTE VARGAS
JOHANA GUTIÉRREZ ZEHR

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN RADIOLOGÍA

- La inteligencia artificial está revolucionando la radiología mediante algoritmos avanzados que analizan imágenes médicas con gran precisión. Esta tecnología permite detectar características indicativas de enfermedades como el cáncer de pulmón en sus etapas más tempranas, identificando patrones que muchas veces son imperceptibles al ojo humano.

Beneficios de la IA:

- **Mayor precisión y sensibilidad en los diagnósticos:** Facilita la detección temprana del cáncer, lo que mejora significativamente las posibilidades de un tratamiento exitoso.
- **Reducción en los tiempos de espera:** Agiliza el análisis de resultados diagnósticos, optimizando el flujo clínico y la atención al paciente.
- **Procesamiento de grandes volúmenes de datos:** Es capaz de analizar rápidamente enormes cantidades de información, esencial en hospitales con alta demanda.

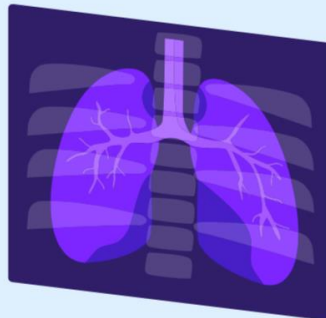
ALGORITMOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL MÁS UTILIZADOS Y SUS APLICACIONES

A. Redes Neuronales Convolucionales (CNN):

- Especializadas en la identificación de patrones en imágenes de tomografía computarizada (TC).
- Distinguir entre estructuras normales y anómalas, permitiendo identificar nódulos pulmonares con alta precisión.

B. Modelos Basados en U-Net:

- Utilizados en la segmentación de imágenes para delimitar tumores pulmonares.
- Ayudan a monitorear la progresión de la enfermedad y evaluar la respuesta al tratamiento.

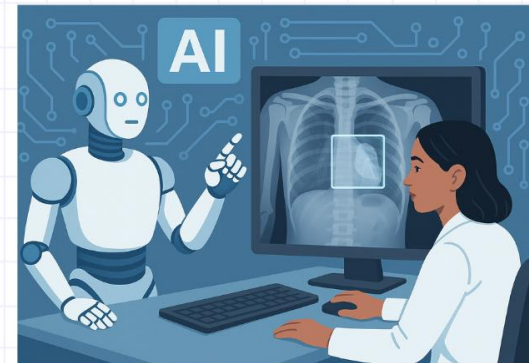


C. Aprendizaje Profundo Supervisado:

- Entrenado con grandes bases de datos de imágenes radiológicas previamente etiquetadas.
- Mejora la capacidad de la IA para distinguir entre los tejidos benignos y malignos

D. Modelos de aprendizaje automático (Machine Learning):

- Aplicados para predecir riesgos basados en factores clínicos e imágenes médicas.
- Contribuyen a la toma de decisiones médicas personalizadas en cada paciente.



CÓDIGO DE QR

