



Personería Jur. 6845 de 10/08/1976 M.E.N. - ICFES  
Resolución 04605 de 8 de Septiembre de 1993 M.E.N.  
VIGILADA MINEDUCACIÓN

## **ANÁLISIS DEL USO Y EFICACIA DE LAS INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN TOMOGRFÍA COMPUTARIZADA**

**Diego Alejandro Higuera Mosquera 22052008  
Jhon Alejandro Pineda Ospino 22052056  
Eddie Santiago Velásquez Cruz 22052012**

**FUNDACIÓN TECNOLÓGICA AUTÓNOMA DE BOGOTÁ FAB  
PROGRAMA ACADÉMICO  
BOGOTÁ  
2025-1**

**ANÁLISIS DEL USO Y EFICACIA DE LAS INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN  
TOMOGRFÍA COMPUTARIZADA**

**Diego Alejandro Higuera Mosquera 22052008  
Jhon Alejandro Pineda Ospino 22052056  
Eddie Santiago Velásquez Cruz 22052012**

**DIRECTOR DEL PROYECTO  
Marlly Yaneth Rojas  
Líder de la Línea Sistemas Salud y Cuidado**

**CODIRECTOR DISCIPLINAR  
JHONNY VLADIMIR ROSERO  
Tecnólogo en Radiodiagnóstico y Radioterapia**

**CODIRECTOR METODOLÓGICO  
JUAN RICARDO CUBIDES GARZÓN  
BIÓLOGO, MAGÍSTER EN EPIDEMIOLOGÍA**

**FUNDACIÓN TECNOLÓGICA AUTÓNOMA DE BOGOTÁ FABA  
TECNOLOGÍA EN RADIOLOGÍA E IMÁGENES DIAGNÓSTICAS  
BOGOTÁ 2025-1**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

**TRABAJO DE GRADO:**

*"Análisis del uso y eficacia de las inteligencia artificial en tomografía computarizada"*

**Calificación Cualitativa: APROBADO**

**Calificación Cuantitativa: 4.0**



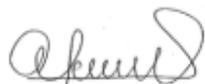
---

**JURADO**  
Cristian Almanza



---

**CODIRECTOR DISCIPLINAR**  
Vladimir Diaz



---

**DIRECTOR INVESTIGACIONES**  
Marly Yaneth Rojas Ortiz



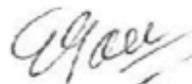
---

**JURADO**  
Manuel Andrés Ávila



---

**CODIRECTOR METODOLÓGICO**  
Juan Ricardo Cubides Garzon



---

**LIDER DE GRUPO DCC**  
Edgardo Samuel Barraza Verdesoto

**Fecha: Bogotá D.C. 15 de Mayo de 2025**

## **DEDICATORIA**

De: Santiago

Agradezco a mi familia por darme la oportunidad de cumplir mi sueño el cual será el inicio de un camino laboral y lleno de muchos aprendizajes para mí vida. Agradezco a Andrea Cruz y Mauricio Velásquez por el acompañamiento y el apoyo que me han brindado, a mis hermanos por ser mi motivación para ser un ejemplo a seguir de que el que persevera alcanza. Por último a María Pinzón que me ha brindado un apoyo incondicional en donde hemos sido un equipo en este largo y extenso camino.

De: Diego

Expreso mi gratitud a mi familia en especial a mi madre Milena, mi tía Mireya y mi abuelo Liborio por el apoyo incondicional que siempre me brindan, ha sido un proceso largo y extenuante. Con altas y bajas pero lo importante siempre será seguir adelante, obstáculos habrán siempre más sin embargo es decisión de cada quién parar o seguir. Por último le agradezco a Raúl Alejandro y a Álvaro Díaz por la compañía brindada en la realización de este proyecto.

De: Jhon

Agradezco a mi familia mi padre Jairo y a mi madre Nelly sobre todo que siempre me apoyó y estuvo conmigo en los momentos malos y buenos, ha sido un camino muy largo y duro pero lo importante es seguir adelante cada vez esforzarme y dar lo mejor de mí nunca bajar la cabeza la vida tiene obstáculos cosas que nos harán sufrir pero nosotros nunca debemos rendirnos y por último agradezco a mis hermanos por motivarme cada día y ser un gran ejemplo para ellos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a los miembros de la institución educativa los cuales han hecho posible la realización de este proyecto de investigación.

Principalmente queremos dar agradecimiento a nuestros asesores Juan Ricardo Cubides Garzon y Jhonny Vladimir Díaz Rosero por su acompañamiento y apoyo constante brindado sus conocimientos para la realización de este proyecto y lograr así nuestros objetivos.

Igualmente extendemos nuestro agradecimiento a la fundación autónoma de Bogotá FABA por darnos los recursos y espacios para realización de esta investigación.

Por último queremos brindar un agradecimiento a cada uno de los profesores los cuales compartieron sus conocimientos con paciencia, por sus consejos para el mejoramiento personal y profesional para alcanzar nuestras metas en este largo camino.

## **NOTA DE SALVEDAD INSTITUCIONAL**

“La Fundación Tecnológica Autónoma de Bogotá, FABÁ, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético el mismo en aras de la búsqueda de la verdad y justicia”.

## **TABLA DE CONTENIDO**

LISTA DE TABLAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE ANEXOS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUCCIÓN	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
2.1 DESCRIPCIÓN	15
2.2 FORMULACIÓN	16
2.3 SISTEMATIZACIÓN	16
4. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo General	19
4.2 Objetivo Específicos	19
5. MARCO REFERENCIAL	20
5.1 ¿Qué es una tomografía computarizada?	20
5.2 Riesgos y sobreexposición en TC	21
5.3 ¿Qué es una inteligencia artificial?	22
5.4 Machine Learning y Deep Learning	22
5.5 Usos que ha tenido en el área de la salud	23
5.6 Ventajas de uno de IA en tomografía computarizada	24
5.7 Uso de Inteligencia Artificial en Tomografía Computarizada	25
5.8 Desafíos y futuro de las Inteligencias Artificiales en TC	26
5.9 Deep Learning	27
5.10 ¿Por qué se detuvo el Deep Learning?	27
5.11 Ejemplo de uno de los diferentes estudios en Tomografía Computarizada en los que se evidencian ventajas del uso de la Inteligencia artificial como en: TC Cardiovascular.	28
6. HIPÓTESIS:	30
HI-Investigación	30
Ho-Nula	30
Ha-Alternativa	30
7. METODOLOGÍA	31
7 RESULTADOS	32
8 DISCUSIÓN	39
9 CONCLUSIONES	41
10 RECOMENDACIONES	42
11 PRESUPUESTO	43

12 CRONOGRAMA	44
13 REFERENCIAS	45
14 ANEXOS	48
1. Diagrama de flujo	48
2. Tabla de artículos	<b>49</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1.Tabla de dosis efectiva y su equivalencia en tiempo de radiación natural adquirida.....	21
TABLA 2.Tabla de los tres tipos de machine earning.....	23
TABLA 3.Tabla de artículos.....	

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.Rotación de un TC convencional y un TC helicoidal.....	20
FIGURA 2.De izquierda a derecha anguio grafía por TC imagenes virtuales sin contraste y TC sin contraste.....	29
FIGURA 3.Comparación de lector experto y uso del deep learning.....	29

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Diagrama de flujo.....	49
ANEXO 2. Tabla de artículos .....	48

## RESUMEN

Esta investigación analiza cómo la inteligencia artificial (IA), especialmente a través del aprendizaje profundo (deep learning), ha transformado el diagnóstico médico mediante tomografía computarizada (TC). El estudio se enfoca en evaluar su eficacia, identificar los principales beneficios, limitaciones y desafíos para su implementación en el sistema de salud colombiano.

El trabajo destaca cómo los algoritmos de IA permiten mejorar la calidad de las imágenes, reducir el uso de radiación, detectar patologías con mayor precisión y automatizar tareas repetitivas. Estas capacidades mejoran la eficiencia clínica, reducen los tiempos de diagnóstico y aumentan la precisión en enfermedades como el cáncer, enfermedades pulmonares y cardiovasculares.

Se empleó una metodología de revisión documental con artículos publicados entre 2020 y 2024. De una muestra inicial de 120 documentos, se seleccionaron 40 que evidencian las aplicaciones de la IA en diferentes contextos clínicos. Los resultados confirman que el uso de IA en TC mejora significativamente la sensibilidad diagnóstica, la segmentación anatómica y la optimización de dosis. En campos como oncología y cardiología, los sistemas basados en deep learning han mostrado un rendimiento comparable, e incluso superior, al de los especialistas humanos.

No obstante, se reconocen desafíos como la escasez de datos variados y etiquetados, la necesidad de infraestructura avanzada, la capacitación del personal médico. También se advierte sobre posibles sesgos en los algoritmos y limitaciones técnicas frente a situaciones clínicas complejas.

**Palabras Clave:** Inteligencia Artificial (IA) Tomografía Computarizada (TC)

Deep Learning (Aprendizaje Profundo) Diagnóstico Médico Detección de Patologías

Eficiencia Clínica

## ABSTRACT

This research analyzes how artificial intelligence (AI), especially through deep learning, has transformed medical diagnostics using computed tomography (CT). The study focuses on evaluating its effectiveness and identifying the main benefits, limitations, and challenges for its implementation in the Colombian healthcare system.

The work highlights how AI algorithms improve image quality, reduce radiation exposure, enhance the accuracy of disease detection, and automate repetitive tasks. These capabilities increase clinical efficiency, shorten diagnosis times, and enhance accuracy in detecting conditions such as cancer, pulmonary diseases, and cardiovascular disorders.

A documentary review methodology was employed, analyzing articles published between 2020 and 2024. From an initial sample of 120 documents, 40 were selected that demonstrate the application of AI in various clinical contexts. The findings confirm that the use of AI in CT significantly enhances diagnostic sensitivity, anatomical segmentation, and dose optimization. In fields such as oncology and cardiology, deep learning-based systems have shown performance comparable to, and even surpassing, that of human specialists.

However, challenges remain, such as the lack of diverse and well-labeled datasets, the need for advanced infrastructure, and the training of medical personnel. The study also notes potential biases in algorithms and technical limitations when applied to complex clinical situations.

**keywords:**

Artificial Intelligence (AI) Computed Tomography (CT) Deep Learning  
Medical Diagnosis Disease Detection Clinical Efficiency

## 1. INTRODUCCIÓN

La tomografía computarizada (TC) es una de las herramientas más importantes en la medicina moderna, ya que permite obtener imágenes detalladas del interior del cuerpo mediante el uso de rayos X (1). Desde su desarrollo en la década de 1970 por Allan Cormack y Godfrey Hounsfield, ha evolucionado significativamente, mejorando la calidad de imagen y reduciendo los tiempos de adquisición (Hounsfield, 1973). Sin embargo, un desafío importante en su uso es la exposición a la radiación, lo que puede representar un riesgo para los pacientes, especialmente niños y jóvenes, quienes son más sensibles a sus efectos (American Cancer Society, 2021).

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a transformar el campo de la TC, optimizando la calidad de imagen y mejorando la detección de enfermedades. Dentro de la IA, el deep learning (DL) ha permitido avances clave, como la reducción de ruido en imágenes de baja dosis, la detección automática de anomalías y la segmentación precisa de órganos y lesiones (McBee et al., 2018; Litjens et al., 2017). Estas mejoras no solo facilitan el trabajo de los especialistas, sino que también ayudan a minimizar la dosis de radiación requerida para obtener imágenes de alta calidad.

Uno de los campos donde la IA ha tenido un mayor impacto es en la TC cardiovascular. Gracias a redes neuronales convolucionales, se han desarrollado algoritmos capaces de mejorar la reconstrucción de imágenes, reducir artefactos de movimiento y segmentar automáticamente estructuras cardíacas, lo que ha mejorado significativamente el diagnóstico de enfermedades del corazón (Lin et al., 2020; Wolterink et al., 2017).

A pesar de estos avances, la implementación del deep learning en la TC ha enfrentado ciertos obstáculos. Entre los principales desafíos se encuentran la dificultad para generalizar modelos a diferentes poblaciones, la escasez de datos etiquetados, los altos costos de infraestructura y la falta de regulaciones claras en el ámbito médico (Greenspan et al., 2016; McBee et al., 2018). En países como Colombia, estos problemas se ven agravados por la desigualdad en el acceso a tecnología, la falta de capacitación del personal médico y la limitada conectividad en algunas regiones, lo que dificulta la adopción de estas herramientas avanzadas.

Esta investigación busca analizar el impacto de la inteligencia artificial y el deep learning en la tomografía computarizada en Colombia, explorando sus beneficios, desafíos y perspectivas de implementación en el sistema de salud del país.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1 DESCRIPCIÓN

El uso de inteligencia artificial (IA) en tomografía computarizada (TC) en Colombia tiene un montón de desafíos que hacen que su implementación no sea tan sencilla ni equitativa. Uno de los principales problemas es la diferencia entre los hospitales de las grandes ciudades y los de las zonas rurales (1). Mientras que en las ciudades hay equipos modernos y personal capacitado, en muchas regiones alejadas la tecnología es escasa y los recursos son limitados. Esto hace que los pacientes en estas áreas no puedan aprovechar los beneficios que la IA ofrece para mejorar el diagnóstico y la detección de enfermedades.

Otro problema importante es la falta de infraestructura tecnológica en muchas partes del país. En las zonas rurales, la conexión a internet es inestable o inexistente, lo que dificulta el funcionamiento de sistemas de IA que dependen de una red para procesar y transmitir datos. Además, se necesita acceso a servidores potentes y almacenamiento en la nube, algo que no siempre está disponible en los centros de salud más pequeños.(1)

También está el tema de la capacitación del personal médico y técnico. La IA aplicada a la TC no solo consiste en presionar un botón y obtener resultados, sino que se necesita cierto conocimiento para interpretar correctamente la información y usar la tecnología de la manera adecuada. Si los profesionales no reciben la formación necesaria, pueden desconfiar de los sistemas o utilizarlos mal, lo que afectaría la calidad del diagnóstico. Pero capacitar a todo el personal requiere tiempo y dinero, algo que muchas instituciones de salud no están dispuestas o no pueden invertir.

El costo de implementar la IA en la TC es otro obstáculo grande. No es solo comprar el software y el hardware necesario, sino también invertir en mantenimiento, actualizaciones y capacitación. Muchos hospitales públicos y centros de salud con poco presupuesto simplemente no pueden costearlo, lo que hace que esta tecnología quede limitada a quienes tienen más recursos.

Por último, la falta de regulación sobre el uso de IA en el sector salud genera mucha incertidumbre (Vargas & Pérez, 2021). En Colombia no hay normas claras sobre cómo se debe aplicar esta tecnología en la medicina, lo que puede traer problemas legales y éticos, como quién se hace responsable en caso de errores de diagnóstico o cómo se protegen los datos de los pacientes. Para que la IA en la TC sea una herramienta segura y efectiva, es necesario que haya leyes y reglas bien definidas que regulen su uso.

## **2.2 FORMULACIÓN**

¿Cómo puede la inteligencia artificial mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia mediante su uso en la interpretación de tomografías computarizadas, demostrando su utilidad como una herramienta confiable en el sistema de salud?

## **2.3 SISTEMATIZACIÓN**

¿Cuáles son los principales desafíos tecnológicos y clínicos en el uso de IA para la interpretación de imágenes en tomografía computarizada en Colombia?

¿Cómo impacta el uso de IA en la eficiencia del diagnóstico en TC comparado con los métodos tradicionales?

¿Qué oportunidades existen para mejorar la accesibilidad y la implementación de IA en hospitales con recursos limitados?

¿Cómo podría reducirse el costo de los estudios de TC que utilizan IA, considerando la dosis de radiación ionizante y los costos tecnológicos asociados?

### 3. JUSTIFICACIÓN

La inteligencia artificial es una simulación de procesos hechos por máquinas. Fue diseñada para elaborar funciones en las que normalmente se requiere inteligencia humana. El funcionamiento de este sistema es mediante algoritmos complejos que hacen que la máquina aprenda una gran cantidad de información y datos. Estos algoritmos encuentran patrones en los datos y toman esta información con la que toman decisiones o pueden realizar predicciones. La Inteligencia artificial ha aportado grandes beneficios en la búsqueda mejorar la eficiencia, aumentando la productividad en varios sectores, mediante el conocimiento. (1)

La aplicación de la Inteligencia artificial en el campo de la medicina ha generado gran impacto ya que se ha evidenciado aumento en la productividad, en la precisión diagnóstica lo que ha llevado a flujos de trabajo más eficientes y mejores tratamientos a los pacientes. Un ejemplo claro es la integración de la inteligencia artificial en la tomografía computarizada ya que ha logrado marcar un antes y un después en el campo de la radiología, ha revolucionado la forma en que se adquiere se procesa y se interpretan las imágenes médicas, lo que ha aportado beneficios para los tecnólogos como para los médicos y pacientes. (1)

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la tomografía computarizada (TC) constituye un avance relevante en el ámbito de la radiología y la medicina en general. La IA se ha revelado como una herramienta muy eficaz para mejorar la precisión de los diagnósticos, optimizar los tiempos de procesamiento y aliviar la carga de trabajo del personal médico, lo que se traduce en una atención más ágil y eficiente para los pacientes. Uno de los principales beneficios de la IA en TC radica en su capacidad para analizar rápidamente grandes volúmenes de datos, identificando patrones y anomalías que podrían pasar desapercibidos en una revisión manual. Esto no solo aumenta la exactitud de los diagnósticos, sino que también favorece la detección temprana de enfermedades como el cáncer, afecciones pulmonares y trastornos cardiovasculares, lo que permite realizar intervenciones médicas de forma oportuna y efectiva. (15)

Además, la IA perfecciona los flujos de trabajo mediante la automatización de tareas repetitivas, como la clasificación de imágenes y la identificación de patrones, lo que disminuye la carga para radiólogos y tecnólogos. Esta automatización posibilita que el personal médico se concentre en casos más complejos y en la toma de decisiones clínicas estratégicas, elevando así la calidad de la atención brindada. (1)

Otro aspecto clave es la mejora en la calidad de las imágenes médicas, ya que los algoritmos de IA pueden reducir el ruido y aumentar la resolución, facilitando una interpretación más clara y precisa. Asimismo, la capacidad de la IA para identificar características específicas en las imágenes permite una personalización en el tratamiento, ajustando las intervenciones médicas a las necesidades individuales de cada paciente y mejorando los resultados clínicos.

Por lo tanto, la integración de la IA en la tomografía computarizada no solo representa una mejora tecnológica, sino que también ofrece un impacto directo en la calidad de la atención médica. La precisión diagnóstica, la rapidez en la obtención de resultados y la personalización de los tratamientos convierten a la IA en una herramienta esencial para fortalecer el sistema de salud y garantizar una atención más eficiente y accesible para la población.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar el uso y la eficacia de las inteligencias artificiales en la interpretación de imágenes de tomografía computarizada

### **4.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS**

1. Indagar bases de datos en donde se ha evidenciado el uso de las inteligencias artificiales en Tomografía computarizada en la detección de patologías.
2. Analizar los datos obtenidos compararlos e identificar la eficiencia de utilizar las inteligencias artificiales para la detección de patologías.
3. Diseñar un folleto con el objetivo de mostrar ventajas de usar IA en TC

## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 ¿Qué es una tomografía computarizada?

Es un procedimiento de imágenes diagnósticas, donde proyecta un haz de rayos X hacia el cuerpo del paciente y a su vez va girando rápidamente alrededor del mismo. Produciendo señales que son captadas por el gantry, y procesadas por el DAS (Sistema de Adquisición de Datos), al ser digitalizadas se generan imágenes o cortes transversales. Al recopilar una gran cantidad de cortes estos pueden formar una imagen tridimensional a través de diversos algoritmos del tomógrafo, permitiendo identificar más fácilmente las diversas patologías que el individuo pueda presentar. (2)

Desarrollada por Allan Cormack y Godfrey Hounsfield, así como la división médica de la compañía EMI. El primer tomógrafo comercial fue lanzado en 1973 y solo usaba un detector junto a un mecanismo de traslación y rotación, su tiempo de adquisición era bastante alto por lo que se sacaban únicamente cortes de partes no móviles del cuerpo como lo puede ser el cráneo, durante las décadas el tomógrafo ha obtenido mejoras técnicas de gran importancia, como el TC Helicoidal que permite el movimiento tanto como de la mesa como del tubo, mejorando de gran manera la velocidad de adquisición y reduciendo artefactos de movimiento. Después, su siguiente avance significativo fue el aumento de detectores en 1991 con el desarrollo de dos detectores, años después con hasta 4. Y poco a poco gracias al desarrollo tecnológico hay equipos multidetectores con hasta 256 unidades.

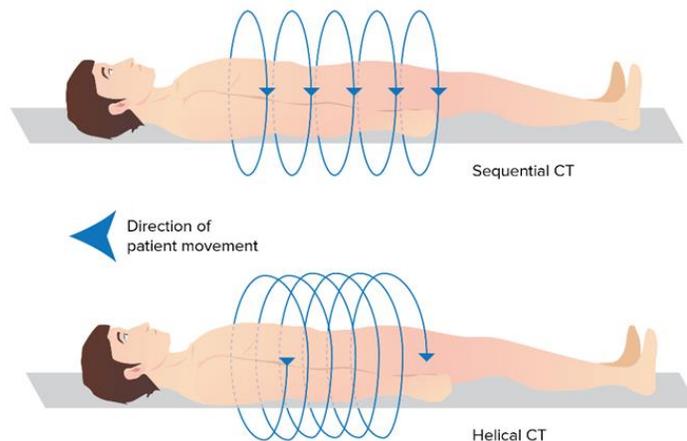


Figura 1. Rotación de un TC Convencional y un TC Helicoidal

## 5.2 Riesgos y sobreexposición en TC

La radiación puede provocar graves daños a nivel molecular y está fuertemente relacionado con el desarrollo de cáncer, ya que ocasiona la ruptura de las cadenas de ADN al haber sobreexposición. Una definición o concepto básico para entender los efectos de la misma, es la LET o transferencia lineal de energía; siendo básicamente la cantidad de energía que se libera de una partícula al atravesar un material. Los protones y neutrones poseen una LET alta, y los rayos X y Gamma respectivamente poseen una LET baja; en tomografía computarizada a diferencia de radiología convencional donde el cuerpo humano recibe mayor radiación en el punto de centraje y conforme se atraviesan los tejidos va disminuyendo, en TC recibe mayor radiación ionizante desde

la periferia hasta el centro, siendo la piel el órgano que más recibe dicha radiación a comparación de los órganos internos teniendo como excepción en los niños donde la radiación es la misma en todo el organismo. Cuando se habla de dosis de radiación equivalentes, los niños y jóvenes tienden a ser más sensibles a la misma, por lo que es de vital importancia conocer la parametrización y diversos factores que puedan llegar a afectarlos, ya que al estar en constante crecimiento sus células son más sensibles a la radiación, sin embargo en población joven se usan niveles más bajos de radiación que los niveles que se usan para los adultos, al contrario que la población joven, los adultos al envejecer son menos sensibles a los efectos de la radiación. Según la American Cancer Society (1) una TC de abdomen expone a la persona alrededor de unos 10 mSv que es poco más de lo que absorbe una persona en un año natural, esto indica que el estudio imagenológico por medio de la tomografía computarizada solo se hace si es estrictamente necesario pues si se pueden realizar estudios de menor intensidad como una radiografía convencional, se suele decantar por esta ya que el objetivo de la radiología es mantener la radiación lo más bajo posible, para evitar efectos estocásticos a corto y largo plazo para la persona

Procedimiento diagnóstico	Dosis efectiva (mSv)	N° Rx de tórax	Radiación natural
<b>Radiología</b>			
Tórax	0,02	1,0	3 días
Extremidades	0,01	0,5	1,5 días
Cráneo	0,07	3,5	11 días
Columna Dorsal	0,70	35	4 meses
Columna Lumbar	1,30	65	7 meses
Abdomen	1,00	50	6 meses
Pelvis	0,70	35	4 meses
Urografía	2,50	125	14 meses
Rx EED	3,00	150	16 meses
Enema opaco	7,00	350	3,2 años
TC de cráneo	2,30	115	1 año
TC de tórax	8,00	400	3,6 años
TC de abdomen	10,00	500	4,5 años
<b>Cintigrafía</b>			
Renal	1,00	50	6 meses
Tiroidea	1,00	50	6 meses
Oseo	4,00	200	1,8 años

Nota: Se usa la radiología de tórax como referencia por ser más frecuente y por requerir baja dosis de radiación.

TABLA 1. Tabla de dosis efectivas y su equivalencia en tiempo de radiación natural adquirida

### **5.3 ¿Qué es una inteligencia artificial?**

Es un campo que fusiona grandes conjuntos de datos junto a las ciencias de la computación, con el fin de desarrollar más fácilmente la resolución de problemas como lo puede ser el desarrollo de algoritmos o problemas más complicados como la capacidad de manejar programas básicos asociados con el desarrollo de actividades diarias, según John McCarthy (2) es 'la ciencia e ingeniería de crear máquinas inteligentes, especialmente programas de computadora inteligentes. Se relaciona con la tarea similar de utilizar computadoras para comprender la inteligencia humana, pero la IA no está limitada a métodos que sean biológicamente observables'. Además de esto, ayudó a desarrollar el lenguaje de programación LISP (List Processing), el cuál es un pilar importante en el desarrollo de nuevas IA's y la programación, desarrollando por aparte uno de los primeros programas de ajedrez que desafiaba a jugadores humanos en los torneos. Cabe aclarar que el uso de la palabra 'Inteligencia Artificial' fue usado por primera vez en la conferencia de Dartmouth en el verano de 1956, siendo este evento considerado como el inicio del desarrollo y análisis de las IA's en la historia.

Las IA's suelen emplear varias técnicas para el aprendizaje y procesamiento de datos, con el fin de realizar tareas o ejercicios simples, hasta los más complejos que requieren habilidades comparables a las humanas

### **5.4 Machine Learning y Deep Learning**

Dos ramas esenciales de las IA y en las cuáles se enfocará este trabajo de investigación es el aprendizaje automático o Machine Learning, el cual se enfoca en reunir información con el objetivo de imitar el proceso del aprendizaje humano, con cada interacción mejorando sus capacidades y precisión. Suele usar algoritmos y bases de datos para realizar predicciones. Básicamente este modelo de IA necesita de intervención humana para aprender, ya que depende de la elección y conjunto de características de la información para comprender las

similitudes y diferencias en las distintas entradas de datos a las que pueda tener acceso, hay tres tipos de ML, siendo el primero el ML supervisado, siendo uno de los más usados por empresas ya que entrenan algoritmos o predicciones dependiendo del conjunto de datos etiquetados para el uso del mismo, un ejemplo de este tipo para resolver algún tipo de problema sería aprender a clasificar el spam en el correo electrónico, prosiguiendo, está el ML no supervisado el cuál usa algoritmos de datos para analizar y agrupar distintos grupos de datos sin clasificar en donde mayormente descubren patrones ocultos sin necesidad de intervención humana, siendo una opción muy interesante si en cuanto a descubrir similitudes y diferencias nos centramos. Es usado frecuentemente en los análisis de exploración de datos, estrategias de marketing y la segmentación de clientes, siguiendo con el tercer tipo de ML, existe el aprendizaje semi supervisado es un intermedio entre los tipos anteriormente mencionados donde se utilizan conjuntos de datos pequeños clasificados con el fin de

organizar y clasificar conjuntos más grandes que no están clasificados, esto suele servir como solución a cuando no hay suficientes datos para un algoritmo de aprendizaje supervisado.

Tipo	Problema	Data input (pasado)	Etiqueta / Target (pasado)	¿Cómo funciona?	Uso del modelo (futuro)
Aprendizaje supervisado	¿Qué pacientes tienen mayor probabilidad de ingresar a urgencias en un hospital?	Registro histórico de pacientes ingresados con sus características (edad, enfermedades de base, síntomas, etc.)	Variable que indica si el paciente tuvo o no ingreso a urgencias.	Algoritmo entrena para encontrar relaciones (patrones) entre las características del paciente (data input) y el ingreso o no a urgencias (target).	Cada nuevo ingreso de pacientes al hospital tendrá asociada una probabilidad de ingresar a urgencias.
Aprendizaje no supervisado	¿Qué producto de una tienda tiene mayor probabilidad de ser comprado junto a cervezas?	Registro histórico con el detalle de las compras de la tienda (productos llevados en cada compra)	No existe.	Algoritmo revisa las compras (data input) y cuantifica los pares de productos que más se compran juntos (ej.: cerveza → snacks)	Todo aquel cliente que pase por caja y lleve cervezas, recibirá un cupón de descuento para snacks.
Aprendizaje por refuerzo	¿Qué películas debo recomendar para maximizar el tiempo que pasa una persona en una plataforma de streaming?	No existe.		Cuando un usuario termine una película, recibirá una recomendación (aleatoria la primera vez). Si el usuario continúa en la plataforma, el algoritmo recibe una recompensa (castigo en caso contrario). Lo anterior se repetirá un número de veces tal que el algoritmo irá aprendiendo de sus aciertos y errores (a medida que las iteraciones aumentan, el nivel de aleatoriedad de la recomendación disminuirá).	

TABLA 2. Tabla que explica brevemente los tres tipos de ML

El Deep Learning es un subtipo del ML en el cuál se utilizan unas llamadas ‘redes neuronales multicapa’ que según IBM (3) buscan simular el complejo poder de toma de decisiones del cerebro humano. El DL impulsa la mayor parte de IA’s que componen las aplicaciones que usamos en la vida diaria, mientras el ML usan regularmente de a una o dos capas de redes neuronales, los modelos de Deep Learning usan cientos para entrenar los modelos con el fin de asemejarse más al funcionamiento del cerebro humano, tanto como el DL y ML se diferencian en su modelos de aprendizaje pues el DL no necesita conjuntos de datos clasificados o estructurados mientras que el ML necesita de pre procesamientos de datos para poder funcionar bien estructuralmente. Con esta ventaja los modelos de DL pueden analizar y extraer las características, rasgos y datos brutos con el fin de evaluar y mejorar aún más sus resultados, siendo un aprendizaje casi autónomo. Es un modelo de IA que busca la automatización sin necesidad de intervención humana.

### 5.5 Usos que ha tenido en el área de la salud

Actualmente se busca la integración de las IA en sistemas de recolección de información como lo puede ser el PACS en radiología, sistemas de información de laboratorios lo es el SisLab y demás sistemas de información que usen las áreas de medicina, en cardiología la IA se ha estudiado como posible ayuda para la predicción de hipertensión esencial, también para la detección de fibrilación auricular por medio de relojes inteligentes. Para clasificar distintas patologías como estenosis y arritmias. En neurología se ha utilizado probando sus

predicciones para evitar eventos vasculares e inclusive evitar o mitigar daños de enfermedades como el Alzheimer o el Parkinson, en el área de la oftalmología en 2018 se aprobó el uso de un software de IA para el diagnóstico de retinopatía diabética y ha demostrado resultados en detectar glaucomas, cataratas y más enfermedades oculares. Uno de los campos que más provecho le ha sacado al uso de las inteligencias artificiales ha sido la dermatología pues ayuda en los diagnósticos

tradicionales como lo son los exámenes visuales, las biopsias de piel. Siendo su precisión diagnóstica igual a la de los dermatólogos. Su utilidad inicial consistía en la detección de melanomas o lesiones pigmentarias. Y para terminar con los ejemplos de uso de IA, en el entorno quirúrgico ha surgido una IA que tiene como nombre o denominación ‘ciencia de datos quirúrgicos’ analizando y registrando distintas variables intraoperatorias como lo son signos vitales o estudios de imagen, también hay usos preoperatorios con toma de decisiones quirúrgicas, identificación de riesgos variables o el procesamiento de imágenes que ayuden a planificar mejor la intervención.

Como se observa, el uso de las IA cada vez es más normal y deja de verse como la sustitución del médico o del personal humano, pues es un mito que se ha expandido a lo largo de los años con el aumento de popularidad de la misma, hay que ver esta clase de IA’s como ayudas y herramientas que permiten mejorar la calidad de vida del paciente y con esto, la humanización al paciente se verá favorecida pues las actividades repetitivas se pueden volver automatizadas por IA, aportando calidad en otros aspectos del cuidado del paciente.

## **5.6 Ventajas de uno de IA en tomografía computarizada**

La inteligencia artificial (IA) ha transformado la práctica médica, particularmente en la radiología y el diagnóstico por imágenes. Esta transformación ofrece distintas ventajas que mejoran tanto la precisión de los diagnósticos como la eficiencia operativa en la atención médica. Los algoritmos de IA, en particular los de aprendizaje profundo (Deep Learning), pueden detectar patrones y características en las imágenes que a menudo pasan desapercibidos para los humanos, incluso para personal médico con experiencia, un ejemplo es la capacidad de identificar nódulos pulmonares muy pequeños en una tomografía computarizada (TC) de tórax, lo cual puede llevar a un diagnóstico más temprano de cáncer de pulmón. Estos algoritmos pueden también reducir los errores de interpretación, ayudando a minimizar diagnósticos erróneos o falsos negativos. La IA es capaz de automatizar tareas repetitivas y administrativas, como la segmentación de tejidos en imágenes de tomografía computarizada (TC). Esto libera a los radiólogos para que se concentren en los casos más complejos y urgentes, además, los informes automatizados generados por la IA pueden ahorrar tiempo en la elaboración de descripciones detalladas de las imágenes, ayuda mucho en mejorar la atención y el flujo de trabajo no perjudica al médico y al paciente atenderlo lo más rápido y mejor posible.

Las imágenes diagnósticas, como las obtenidas por TC, generan grandes cantidades de datos que deben ser procesados y analizados. La IA permite que estos datos sean evaluados más rápidamente que los métodos tradicionales, lo que acelera la toma de decisiones clínicas. Esto es especialmente útil en entornos de urgencias, donde la rapidez es fundamental para salvar vidas esto se evidencia mucho en urgencias ser lo más rápido y conciso posible. Al detectar patrones complejos en las imágenes, la IA ha demostrado ser particularmente eficaz en la detección precoz de enfermedades como el cáncer, enfermedades neurodegenerativas (como el Alzheimer) y problemas cardiovasculares. Por ejemplo, la IA ha sido utilizada para identificar placas ateroscleróticas en imágenes de arterias coronarias, lo que puede predecir un riesgo elevado de infarto de miocardio antes de que se manifiesten los síntomas.

Las imágenes obtenidas por técnicas avanzadas, como la tomografía por emisión de positrones (PET), usualmente presentan un alto grado de complejidad. La IA ayuda a interpretar estas imágenes al resaltar áreas específicas de interés, lo que facilita la identificación de lesiones o anomalías. Además, puede correlacionar datos clínicos y demográficos con las imágenes, ayudando en el diagnóstico y la planificación del tratamiento. En regiones donde hay escasez de radiólogos o en áreas rurales, la IA tiene el potencial de proporcionar diagnósticos más accesibles. Las plataformas en la nube permiten el procesamiento de imágenes en tiempo real, incluso desde ubicaciones remotas. Esto facilita que médicos generales o enfermeros puedan tener acceso a diagnósticos basados en IA, reduciendo la necesidad de derivaciones a especialistas.

La IA también está desempeñando un papel importante en la medicina personalizada. Al analizar imágenes diagnósticas junto con datos genéticos y clínicos, la IA puede sugerir tratamientos adaptados a las características individuales del paciente, como en el caso de la oncología, donde las imágenes del tumor pueden guiar la administración de terapias dirigidas o inmunoterapias.

### **5.7 Uso de Inteligencia Artificial en Tomografía Computarizada**

La Tomografía Computarizada (TC) ha revolucionado el diagnóstico médico por su capacidad para generar imágenes detalladas del cuerpo humano. Con la integración de la Inteligencia Artificial (IA), esta tecnología ha dado un salto significativo en eficiencia, precisión y personalización del tratamiento médico (1).

Uno de los principales aportes de la IA en TC es la mejora en la calidad de imagen con dosis de radiación reducidas. Los algoritmos de aprendizaje profundo pueden reconstruir imágenes más nítidas a partir de datos de baja calidad, lo que disminuye la exposición del paciente sin comprometer el diagnóstico (2). Esto es especialmente útil en poblaciones vulnerables como niños y pacientes oncológicos. Además, la IA permite detectar anomalías de forma automática, acelerando el diagnóstico y reduciendo la carga de trabajo de los radiólogos. Sistemas entrenados con grandes volúmenes de datos han demostrado capacidades comparables a las de especialistas humanos en la identificación de nódulos pulmonares, fracturas, y lesiones cerebrales (3). La segmentación automática de órganos y tejidos es otra

área en la que la IA ha demostrado gran utilidad. Esto facilita el análisis cuantitativo y la planificación quirúrgica personalizada, permitiendo una medicina más precisa y menos invasiva (4). En cuanto a la gestión de imágenes, los sistemas inteligentes ayudan a priorizar los casos más urgentes, optimizando los flujos de trabajo dentro de los servicios de radiología y mejorando los tiempos de respuesta clínica (5). También se están desarrollando soluciones de IA que integran datos de imagen con historia clínica electrónica, lo que permite una evaluación más completa del paciente (6).

A pesar de los avances, aún existen desafíos éticos y técnicos que deben resolverse, como la interpretación transparente de los resultados por parte de los algoritmos, la protección de datos personales y la necesidad de validaciones clínicas extensas (7).

## **5.8 Desafíos y futuro de las Inteligencias Artificiales en TC**

Aunque los avances son notables, el uso de IA en TC aún enfrenta algunos desafíos como la generalización de los modelos siendo uno de los principales retos es la capacidad de los modelos de IA para generalizar correctamente en diferentes poblaciones o equipos de TC. A menudo, los algoritmos entrenados en datos de un hospital pueden no ser tan efectivos en otro contexto clínico, lo que ha impulsado la necesidad de desarrollar modelos más robustos y universales. Así como uno de los mayores problemas éticos y regulatorios ya que a medida que la IA toma un rol más prominente en el diagnóstico, surgen preocupaciones sobre la responsabilidad en caso de errores McBee et al (9). La falta de protocolos regulatorios uniformes ha hecho que algunos sistemas de IA no se implementen completamente en entornos clínicos. También sienten que se pierde la humanización utilizando las IA ya que dicen que le dejaríamos todo a las IA utilizarla de una forma equilibrada. Y por el lado de los profesionales a pesar de los avances, algunos médicos y radiólogos aún muestran reticencia a confiar en la IA debido a la falta de comprensión completa de su funcionamiento o miedo a una reducción en su rol clínico. Litjens et al (10).

## **5.9 Deep Learning**

El deep learning en tomografía computarizada tuvo grandes avances en poco tiempo siendo algunos relevantes como la reducción de ruido y la mejora en la calidad de imagen, lo que permite obtener una mayor claridad y precisión. Esto es particularmente importante cuando se utilizan bajas dosis de radiación para reducir la exposición del paciente. McBee et al (9). Los algoritmos de DL pueden mejorar las imágenes de baja dosis hasta obtener una calidad comparable a las imágenes de dosis estándar, minimizando los riesgos asociados con la radiación. Aparte de esto, en la detección de anomalías gracias a los algoritmos de deep learning pueden ser entrenados para detectar automáticamente anomalías en las imágenes de TC, como tumores, fracturas, embolias pulmonares, aneurismas cerebrales, entre otras. Esta capacidad de detección precoz y precisa es una de las razones por las cuales el DL está

transformando el campo de la radiología. Y por último en la segmentación automática de órganos y lesiones Litjens et al (10). Este proceso, que antes requería mucho tiempo manual, ahora se realiza en segundos con gran precisión, facilitando el análisis y el diagnóstico de patologías complejas.

### **5.10 ¿Por qué se detuvo el Deep Learning?**

A pesar de los avances significativos, el desarrollo y adopción de modelos de deep learning en la tomografía computarizada enfrentó varios desafíos que llevaron a una desaceleración temporal en su implementación. Siendo su mayor desafío fue la capacidad de los modelos de DL para generalizar de manera efectiva a nuevos conjuntos de datos o diferentes poblaciones de pacientes Greenspan et al (11). Frecuentemente, los modelos entrenados en datos de un hospital no funcionaban tan bien en datos de otros hospitales debido a variaciones en los equipos, configuraciones de imagen y características demográficas de los pacientes. Más la escasez de datos etiquetados ya que se conoce que el deep learning requiere grandes volúmenes de datos etiquetados para su entrenamiento. En muchos casos, no había suficientes imágenes disponibles con las anotaciones adecuadas para entrenar modelos efectivos, o los datos estaban sesgados hacia ciertas poblaciones, lo que limita su aplicabilidad. Aparte de estas limitaciones posee costos elevados, los modelos de deep learning requieren gran capacidad computacional para su entrenamiento y despliegue. Estos costos, junto con la necesidad de infraestructura tecnológica avanzada, representaron una barrera para muchos hospitales y clínicas, especialmente en países en vías de desarrollo, como se mencionó anteriormente también en los profesionales presenta preocupaciones debido a la regulación y la responsabilidad en caso de errores diagnósticos McBee et al (6). A pesar de sus beneficios, muchos entornos clínicos fueron cautelosos en su adopción debido a la falta de protocolos estandarizados para la validación y certificación de los modelos.

### **5.11 Ejemplo de uno de los diferentes estudios en Tomografía Computarizada en los que se evidencian ventajas del uso de la Inteligencia artificial como en: TC Cardiovascular.**

Una de las áreas más beneficiadas en torno al uso de inteligencias artificiales ha sido la TC Cardiovascular, ya que ha obtenido mejoras como por ejemplo en la calidad de imagen, según Andrew Lin et al. (12) Desde hace un par de décadas se ha creado una demanda de algoritmos de reconstrucción de imágenes que sean más precisos y eficientes desde el punto de vista computacional. Gracias a las redes neuronales convolucionales (uso de datos tridimensionales para clasificación de imágenes y reconocimiento de objetos) utilizan el RAW data como punto de inicio para reconstruir una imagen con mayor calidad. Mejorando y eliminando en parte el ruido en imágenes de bajas dosis, gracias a un conjunto de redes neuronales convolucionales creadas por Wolterink et al (13), siendo dos redes principales, la primera se encargaba de transformar imágenes mientras la segunda discriminaba y distinguía el resultado de las mismas al momento de su salida. Esto contribuía a la reducción de ruido

en tomografías cardíacas sin contraste, permitiendo observar la arteria coronaria y permitiendo su puntuación de niveles de calcio de la misma.

Antes de este trabajo las redes neuronales que se usaban sólo predecían los valores del vóxel y la suavización de las imágenes, sin la calidad típica de las TC con dosis rutinaria, al añadir una segunda red neuronal que discrimina el proceso y a su vez permitiera la cuantificación de la arteria coronaria, sin embargo posee una limitación importante y es que puede introducir patologías que no existen en la imagen, lo cuál depende del conjunto de datos que las redes manejan para estimar la certeza. Los artefactos de movimiento también son corregidos por redes neuronales, con el fin de predecir el movimiento y la dirección de los movimientos coronarios, justo antes de que se inicie el proceso iterativo de reconstrucción y compensación de movimiento. Reduciendo ampliamente el número de artefactos. Esta clase de algoritmos poseen un gran potencial para ser añadidos en el software comercial para el diagnóstico de esta clase de anomalías. Como por ejemplo se ha entrenado una red neuronal que tiene como fin segmentar automáticamente las 4 cámaras cardíacas con imágenes sin contraste, siendo reconstruidas con un escáner de TC (14) para realizar la prueba se realizó con tres tipos de imagen, siendo la angiografía por TC, imágenes sin contraste y TC sin contraste. Al ver los resultados, las redes mostraron gran exactitud en referencia a las segmentaciones manuales, sin embargo, se observó un área ligeramente mayor en las TC sin contraste, probablemente debido a los efectos del volumen parcial y la ausencia de contraste.

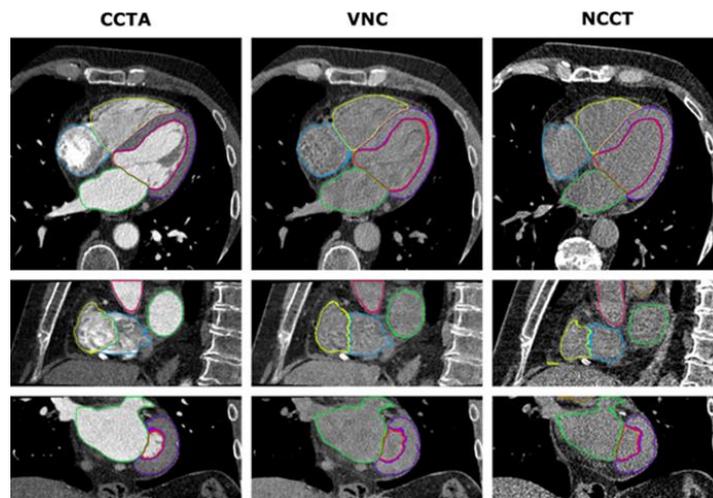


Figura 2. De izquierda a derecha, angiografía por TC, imágenes virtuales sin contraste y TC sin contraste.

Aparte de esto, también se han enfocado en la correcta clasificación visual de la estenosis de la arteria coronaria, Kang et al (15) usaron un algoritmo de ML basado en vectores de soporte para detección de estenosis de diámetro  $>25\%$  basado específicamente en características geométricas y de forma de las lesiones coronarias. De igual forma se creó un algoritmo de ML para medir el área transversal luminal en base a la imagen local, teniendo en cuenta la línea central del vaso. También se logró evaluar la estenosis coronaria usando DL(16), entrenando una red neuronal de extremo a extremo para medir el área luminal mínima y

estenosis del diámetro usando 156 conjuntos de datos con 756 segmentos coronarios enfermos (Figura 5)

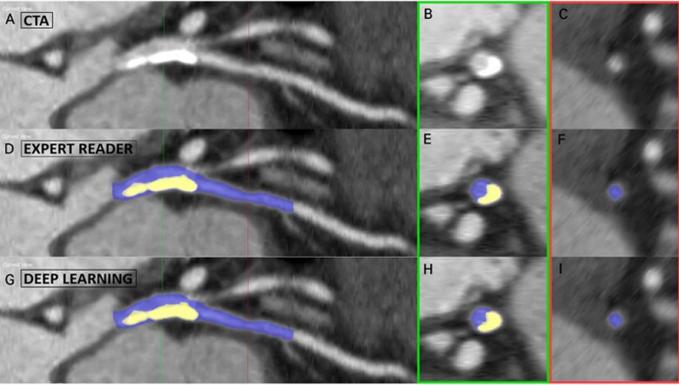


Figura 3. Comparación de lector experto y el uso del DL.

## **6. HIPÓTESIS:**

### **HI-Investigación**

La implementación y el uso de inteligencia artificial (IA) en imágenes de tomografía computarizada(TC) pueden mejorar la eficiencia y precisión en la detección y diagnóstico temprano de patologías.

### **Ho-Nula**

La implementación y el uso de inteligencia artificial (IA) en imágenes de tomografías computarizadas (TC) no puede mejorar la eficiencia y precisión en la detección y diagnóstico temprano de patologías.

### **Ha-Alternativa**

La implementación y el uso de inteligencia artificial (IA) en imágenes de tomografías computarizadas (TC) si mejoran la eficiencia y precisión en la detección y diagnóstico temprano de patologías.

## 7. METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en un estudio aplicado, cuyo objetivo es demostrar las ventajas del uso de la integración de inteligencia artificial (IA) en tomografía computarizada en los múltiples diagnósticos de los diferentes estudios realizados en este servicio. El propósito del estudio es enseñar, resaltar y verificar los usos que puede tener identificando sus beneficios y limitaciones, el enfoque metodológico adoptado es un estudio observacional retrospectivo, teniendo en cuenta diversos factores como el año, el objetivo de la implementación y los resultados obtenidos en dicho estudio.

Los documentos tienen un criterio de publicación desde 2020 a 2024, siendo la mayoría en inglés, donde se incluyen la creación e implementación de distintas IA en TC, varios documentos añaden y complementan el diagnóstico médico, la ayuda para la segmentación de distintos órganos, detección y diferenciación clara de patologías

Así mismo, diversos problemas morales y éticos que presenta el uso de las IA, la importancia que pueden tener y la gran ayuda que puede tener para el médico radiólogo, teniendo en cuenta factores como la reducción de dosis y detección temprana de las patologías.

Se excluyeron documentos que no implementaran IA en tomografía computarizada, o que no tuviera aplicación en IA en el mismo campo. Se descartaron también documentos que no cumplieran con las fechas seleccionadas.

Se usaron diversos motores de búsqueda en las bases de datos de PubMed, ScienceDirect y Google Scholar, teniendo en cuenta las keywords como , IA, CT, Deep learning, Machine learning, Neural Networks. (ANEXO 1)

## 7 RESULTADOS

De una revisión inicial de 120 artículos científicos relacionados con el uso de inteligencia artificial (IA) en estudios por imágenes diagnósticas, seleccionamos 40 artículos que nos parecieron los más completos y con mejores conclusiones. Estos artículos hablaban no sólo de las ventajas que ofrece la IA, sino también de nuevos métodos donde se está probando el uso del machine learning (ML) y deep learning (DL), aplicados en diferentes tipos de estudios diagnósticos.

Lo que más notamos en general fue que la IA mejora mucho la interpretación de imágenes diagnósticas. Por ejemplo, es muy útil en la detección de enfermedades como nódulos pulmonares, metástasis o fracturas vertebrales, y también en la segmentación de órganos o partes del cuerpo. Además, ayuda a reducir la dosis de radiación necesaria en muchos estudios sin que se pierda calidad en las imágenes. De todos los modelos analizados, los que usan deep learning fueron los que destacan por dar mejores resultados frente a los métodos tradicionales, especialmente en la cuantificación de enfermedades como el enfisema pulmonar.

Sin embargo, un punto débil importante es que estos algoritmos dependen mucho de los estudios con los que se entrenan. Si esos datos no son variados o de buena calidad, los resultados pueden ser menos confiables. También observamos que la IA es una herramienta útil al momento de redactar informes médicos, como los estudios de tórax o para medir escoliosis, lo que ahorra tiempo y puede hacer el trabajo más eficiente.

En áreas más específicas como la oncología, la IA ha demostrado ser muy precisa, incluso usando dosis bajas de radiación, y en algunos casos superando el trabajo de los radiólogos en estudios anteriores. Por ejemplo, en el caso del cáncer oral, un algoritmo logró detectar ganglios linfáticos con patrones que no se veían a simple vista, gracias a su capacidad para analizar detalles microscópicos. La única limitación fue que tenía más dificultad con ganglios muy pequeños.

También encontramos que en estudios cardiovasculares, como los de tomografía computarizada (TC), la IA ayudó a diferenciar bien las placas fibrosas de las lipídicas, lo que es clave para saber si un paciente tiene riesgo de sufrir un infarto. Aunque para tener resultados más exactos, se sugiere hacer pruebas en pacientes con distintos niveles de calcificación.

Otra ventaja que vimos fue que la IA puede mejorar mucho la calidad de las imágenes reconstruidas, quitando el “ruido” que aparece a veces en los estudios, especialmente en los de tórax de alta resolución (TACAR). Esto es importante porque permite bajar la dosis sin perder detalle. Aunque, algo que todavía no se puede evitar es que si el paciente se mueve

mucho, las imágenes pueden salir mal, y la IA no puede corregir eso, así que se necesita que el paciente siga bien las instrucciones durante el estudio.

Además, la IA también es útil en urgencias, ya que permite analizar lesiones torácicas mucho más rápido. Por ejemplo, ayuda a detectar fracturas en las costillas, aunque todavía puede tener algunos errores como falsos positivos. Creemos que si se le entrena con más estudios, de mejor calidad y en más cantidad, esos errores pueden reducirse bastante.

En enfermedades respiratorias, la IA ha sido capaz de identificar fibrosis, neumonía y hasta cáncer pulmonar en segundos, pasando de tardar 15 minutos a solo 45 segundos en obtener los resultados, pero eso sí, se necesita un estudio TACAR para que funcione bien. Otros algoritmos se enfocaron en bajar la dosis de radiación sin perder calidad. En algunos casos, como en personas con obesidad extrema, la calidad sí se ve un poco afectada.

Para tener una mejor idea de lo que encontramos en cada artículo, creamos un cuadro comparativo donde se resumen las conclusiones, las aplicaciones clínicas y las limitaciones más importantes. Por ejemplo, hay estudios donde la IA ayuda a reducir el tiempo de trabajo del radiólogo, a detectar enfermedades con más precisión y a automatizar procesos como la medición de órganos o estructuras. También vimos que en muchos casos la IA ya alcanza niveles de sensibilidad muy altos, incluso superiores al 90%, como en el diagnóstico de neumonía o fracturas ocultas.

Estudio	Aplicación Clínica	Conclusión Principal	Limitación
Schwyzer et al. (2021)	Neumonía pediátrica	IA detecta con alta sensibilidad usando baja dosis	Baja especificidad
Sachithanandan et al. (2024)	Cáncer de pulmón	Detección temprana en comunidad	No validado ampliamente
Long et al. (2023)	TC de mama	Reduce artefactos en un 60%	Requiere equipos avanzados
Golla et al. (2023)	Fracturas cervicales	Sensibilidad del 98.2%	Movimiento afecta precisión
Zhou y Li (2023)	Cirugía ORL	Segmentación rápida y precisa del hueso temporal	Dificultades con malformaciones
Ahmad et al. (2022)	Hígado y tumores	Buena precisión en segmentación	Falla con tumores pequeños
Tan et al. (2021)	Enfisema pulmonar	Error menor al 5%	Menor precisión si hay fibrosis

Flores Tomasino et al. (2024)	Cardiología	Alta precisión en fases del ciclo cardíaco	Requiere sincronización con ECG
Williams et al. (2024)	Enfermedad coronaria	Alta sensibilidad y especificidad	Muy costosa de implementar
Rai (2024)	Oncología	Segmenta tumores en 3 minutos con buena precisión	Problemas en bordes complejos

También se observó que los artículos que revisamos corresponden a estudios retrospectivos o desarrollados en fase experimental y estos resultados apuntan a una alta probabilidad de integrar la IA. Esta no busca reemplazar al radiólogo, sino actuar como una herramienta de apoyo que mejore la eficiencia, reduzca errores humanos y agilice la hora de realizar el diagnóstico o la toma de decisiones médicas, especialmente en la alta carga laboral. Si bien el desarrollo de la IA en este campo ha avanzado mucho, aún se encuentra en proceso de desarrollo. Su implementación clínica requiere tiempo, estudios más amplios y validación.

Se realizó un folleto mostrando ventajas de usar la IA (inteligencia artificial) en TC (tomografía computarizada)

### Hacia un futuro médico más inteligente

La IA no reemplaza al profesional, lo potencia. Mejora la calidad del diagnóstico y la experiencia del paciente, haciendo que el médico radiólogo se enfoque más en la humanización del servicio y en la atención al paciente



**La IA no reemplaza al profesional, lo potencia. Mejora la calidad del diagnóstico y la experiencia del paciente.**

### ¿Qué aporta la Inteligencia Artificial?



La IA permite procesar y analizar grandes volúmenes de datos en segundos, mejorando la precisión diagnóstica, reduciendo errores humanos y optimizando el flujo de trabajo médico.

### Ventajas Principales

- Mayor precisión diagnóstica
- Reducción del tiempo de análisis
- ☺ Menor dosis de radiación

## IA en Tomografía Computarizada

¿Qué es la IA en TC?



La Inteligencia Artificial (IA) en tomografía computarizada es el uso de algoritmos avanzados para analizar, procesar y mejorar las imágenes obtenidas mediante TAC. Esta tecnología permite diagnósticos más rápidos, precisos y seguros.

## 8 DISCUSIÓN

El papel de la inteligencia artificial (IA) en tomografía computarizada (TC) ha mostrado un crecimiento significativo en la última década, particularmente en tareas de cuantificación y análisis repetitivo, donde su rendimiento ya supera al de los métodos tradicionales (10), (11). En los estudios analizados, se destaca que la IA ha sido capaz de optimizar el tiempo de interpretación, mejorar la sensibilidad diagnóstica y reducir dosis de radiación sin comprometer la calidad diagnóstica, especialmente en áreas como la neumología, oncología y cardiología preventiva (6), (28).

No obstante, a pesar de estos resultados prometedores, su implementación clínica masiva aún enfrenta barreras importantes. Una de las principales limitaciones observadas es la necesidad de homogeneidad en las imágenes para que los algoritmos puedan operar de manera eficiente. Variables como el grosor de corte, el tipo de escáner utilizado, el peso corporal del paciente y la presencia de movimientos durante la adquisición influyen directamente en el desempeño de los modelos (41), (50). Por ejemplo, en pacientes con obesidad mórbida o niños pequeños, la calidad de imagen puede dificultar el uso de IA, lo que señala la importancia de expandir y diversificar las bases de datos de entrenamiento, algo que varios autores destacan como una necesidad urgente (7), (34).

Un aspecto positivo es el claro avance en el área cardiovascular, donde modelos como los analizados por Williams et al. han logrado sensibilidades mayores al 90% para la detección de enfermedad arterial coronaria (44). También se han visto progresos en la cuantificación de placas coronarias, especialmente si se combinan con herramientas auxiliares como la sincronización electrocardiográfica (15), (42). Cau et al. demostraron que es posible clasificar cinco fenotipos de miocardiopatía con alta precisión, aunque su método depende de imágenes de resonancia magnética además de TC, lo que aumenta la complejidad y los costos (14), (44). La necesidad de equipos avanzados y sincronizados es una limitante importante, ya que la implementación de estas tecnologías implica inversiones que rondan los USD 500,000 por hospital, algo que no todos los sistemas de salud pueden afrontar (2), (44).

Aunque los algoritmos de IA muestran una notable capacidad para automatizar tareas tediosas como la cuantificación de calcificaciones o nódulos pulmonares, su uso todavía es mayormente experimental. De hecho, como señala Moawad et al., apenas el 42% de los algoritmos desarrollados han recibido aprobación regulatoria, reflejando el abismo que existe entre la investigación controlada y la práctica clínica diaria (34). Es importante entender que muchos de los resultados analizados provienen de estudios retrospectivos, donde la selección de los casos puede estar sesgada hacia ejemplos exitosos. Esto significa que la verdadera efectividad en condiciones clínicas reales podría ser menor a la reportada (34).

Además, la tasa de falsos positivos, especialmente en TC torácico y en la detección de lesiones abdominales, sigue siendo un reto (41), (28). Si bien los algoritmos basados en deep learning (DL) mejoran la sensibilidad diagnóstica, la falta de especificidad puede llevar a sobre diagnósticos, aumento de exámenes complementarios y, potencialmente, mayor ansiedad para los pacientes (17), (19). Esto subraya la necesidad de seguir entrenando y validando modelos con cohortes más amplias y diversas, con el objetivo de lograr un balance entre el uso de una IA y la humanidad que representa el médico radiólogo. Porque parte importante de esto es la humanización en el servicio en salud y no ver al paciente como sujetos de prueba frente a tecnologías que no han sido del todo probadas y testeadas (34).

Frente a estos desafíos, la discusión actual en la literatura propone tres líneas prioritarias para el futuro desarrollo e implementación de IA en TC. Primero, la validación rigurosa de los algoritmos mediante estudios clínicos prospectivos, en distintas poblaciones y condiciones de adquisición de imagen con distintas patologías, características fisiopatológicas y zonas de estudio (34), (7). Segundo, la compatibilidad efectiva con los sistemas de archivo y comunicación de imágenes (PACS), ya que sin una integración fluida en el flujo de trabajo hospitalario, los beneficios de la IA quedarían aislados (36). Y tercero, la educación de los profesionales médicos, no solo para utilizar la IA como herramienta de apoyo, sino también comprensión y ayuda para destacar sus errores (34).

Un tema especialmente relevante es que, aunque la IA ha mostrado avances consistentes en tareas repetitivas y cuantificables, su capacidad para reemplazar la interpretación clínica integral es todavía limitada. El análisis clínico, la integración de datos contextuales y la consideración de variables no visibles en la imagen siguen siendo competencias humanas irremplazables (6), (44). Así, el enfoque más realista y productivo no es considerar a la IA como un sustituto del radiólogo, sino como un complemento que libera tiempo para otras actividades como la atención en salud al paciente (9).

Finalmente, es importante reconocer que los avances recientes han sido posibles gracias a la combinación de mejoras en hardware, algoritmos más robustos y mayor disponibilidad de datos multicéntricos para entrenar el DL y ML según requiera (10), (13). Sin embargo, el camino hacia una implementación clínica generalizada sigue dependiendo de factores estructurales y regulatorios. Mientras tanto, el uso más inmediato y seguro de la IA parece orientarse a áreas específicas donde su rendimiento ya ha demostrado ser confiable, como el screening de cáncer pulmonar con baja dosis (7), (18), la cuantificación de enfermedades coronarias (44), (15) y la segmentación de estructuras anatómicas complejas para planificación quirúrgica (26), (30), (31).

## 9 CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo de esta investigación y mediante el análisis realizado de los artículos seleccionados se demuestra que la inteligencia artificial (IA) a través del aprendizaje automático ML y el aprendizaje profundo DL está transformando significativamente el campo del diagnóstico por imágenes médicas.

Las aplicaciones de estos algoritmos han demostrado una notable eficacia y eficiencia en la detección de patologías de los diferentes estudios realizados en el servicio de Tomografía Computarizada como los nódulos pulmonares, metástasis, fracturas vertebrales y distintos tipos de cáncer. Se destaca la capacidad en tareas de segmentación anatómica, cuantificación de patologías y optimización de dosis sin comprometer la calidad diagnóstica.

Principalmente en las áreas como la oncología, la neumología y la imagen cardiovascular, los algoritmos DL han superado métodos tradicionales en sensibilidad diagnóstica y eficiencia temporal. Sin embargo, persisten algunas limitaciones asociadas a la calidad y diversidad de aquellos estudios que son utilizados para el entrenamiento de la inteligencia artificial (IA), la generación como falsos positivos y la sensibilidad ante factores externos como el movimiento del paciente.

Pese a estas limitaciones los resultados anteriormente mencionados indican que bajo condiciones controladas y con un entrenamiento adecuado la inteligencia artificial podría llegar a integrarse como una herramienta complementaria de gran importancia en la práctica radiológica y en el diagnóstico de imágenes, acelerando los tiempos del mismo, mejorando la presión clínica y contribuyendo a una atención más personalizada y eficiente.

## 10 RECOMENDACIONES

1. Implementar correctamente el entrenamiento en la inteligencia artificial (IA) para evitar falsos positivos. Ampliando la población a estudiar teniendo variabilidades tanto raciales, geográficas y sexuales
2. Tener en cuenta que el DL es un proceso que requiere tiempo para perfeccionarse debido a la gran variabilidad anatómica y patológica que hay de persona en persona.
3. Fomentar la conciencia sobre la integración de la inteligencia artificial (IA) como una herramienta complementaria y no sustituta del médico radiólogo, con el objetivo de que sea vista como un complemento de ayuda
4. Ampliar los métodos de aprendizaje para el ML y DL teniendo en cuenta ventajas y desventajas que cada uno puede presentar en su uso

## 11 PRESUPUESTO

N°	Concepto	Cantidad	Costo Unitario (COP)	Subtotal (COP)	Observaciones	fuentes de financiación
1	Impresión (full color, A4, 2 caras)	10 ejemplares	\$2,800	\$28,000	Impresión en papelería externa	Privada
2	Papel couché (135 g)	incluido	–	–	Costo incluido en impresión	Privada
3	Transporte / entrega de folletos	1	\$20,000	\$20,000	Desplazamiento para entrega	Privada
4	Insumos varios (tintas, pruebas, energía)	1	\$20,000	\$20,000	Gastos menores relacionados al proceso	Privada
	<b>TOTAL ESTIMADO</b>			<b>\$68,000</b>		

## 12 CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
	semanas				semanas				semanas				semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del proyecto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ajustes de la idea					X	X	X	X	X	X						
Presentación del proyecto y aprobación											X	X	X			
Desarrollo del marco teórico	X	X	X	X	X	X										
Desarrollo de conclusiones				X	X	X	X	X								
Análisis de los resultados						X	X	X	X							
resultados del proyecto													X	X	X	

## 13 REFERENCIAS

- (1). Riesgos de la radiación relacionados con los estudios por imágenes [Internet]. Cancer.org. [citado el 20 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/cancer/diagnostico-y-etapa-del-cancer/pruebas/estudios-por-imagenes/riesgos-de-la-radiacion-asociados-con-los-estudios-por-imagenes.html>
- (2). Tomografía computarizada (TC) [Internet]. National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering. [citado el 9 de abril de 2025]. Disponible en: <https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/tomograf%C3%ADa-computarizada-tc>
- (2). Latorre L, Muro V, Rego E, Gutierrez M, Cerrato I, Zarate JD. Tech Report Artificial Intelligence. Inter-American Development Bank; 2024.
- (3). ¿Qué es el deep learning? [Internet]. Ibm.com. 2024 [citado el 20 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/deep-learning>
- (4) Gong, J., Liu, J., Jiang, C., & Zhang, H. (2019). Deep learning-based image classification in computed tomography for triaging in busy radiology departments. *Journal of Medical Imaging*, 6(4), 041202.  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7442218/>
- (5) Kang, E., Min, J. H., Ye, J. C., & Seo, J. K. (2017). A deep convolutional neural network using directional wavelets for low-dose X-ray CT reconstruction. *Medical Physics*, 44(10), e360-e375.  
<https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mp.12344>
- 6) Dreyer, K. J., Geis, J. R. (2017). When machines think: Radiology's next frontier. *Radiology*, 285(3), 713-718.  
<https://pubs.rsna.org/doi/abs/10.1148/radiol.2017171183>
- (7) Ardila, D., Kiraly, A. P., Bharadwaj, S., et al. (2019). End-to-end lung cancer screening with three-dimensional deep learning on low-dose chest computed tomography. *Nature Medicine*, 25(6), 954-961  
<https://www.nature.com/articles/s41591-019-0447-x>

(8) Chen, H., Zhang, Y., Kalra, M. K., et al. (2017). Low-dose CT with a residual encoder-decoder convolutional neural network. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 36(12), 2524-2535.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7947200>

(9) McBee, M. P., Awan, O. A., Colucci, A. T., Ghobadi, C. W., Kadom, N., Kansagra, A. P., & Tridandapani, S. (2018). Deep learning in radiology. *Academic Radiology*, 25(11), 1472-1480

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1076633218301041>

(10) Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., ... & van Ginneken, B. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42, 60-88

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361841517301135>

(11) Greenspan, H., van Ginneken, B., & Summers, R. M. (2016). Guest editorial: Deep learning in medical imaging: Overview and future promise of an exciting new technique. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 35(5), 1153-1159

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7463094>

(12) Nih.gov. [citado el 20 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8455701/>

(13) Wolterink JM, Leiner T, Viergever MA, Isgum I. Generative adversarial networks for noise reduction in low-dose CT. *IEEE Trans Med Imaging* [Internet]. 2017;36(12):2536–45. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/TMI.2017.2708987>

(14). Jun Guo B, He X, Lei Y, Harms J, Wang T, Curran WJ, et al. Automated left ventricular myocardium segmentation using 3D deeply supervised attention U-net for coronary computed tomography angiography; CT myocardium segmentation. *Med Phys* [Internet]. 2020;47(4):1775–85. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/mp.14066>

(15). Hong Y, Commandeur F, Cadet S, Goeller M, Doris MK, Chen X, et al. Deep learning-based stenosis quantification from coronary CT Angiography. *Proc SPIE* [Internet]. 2019;10949. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1117/12.2512168>

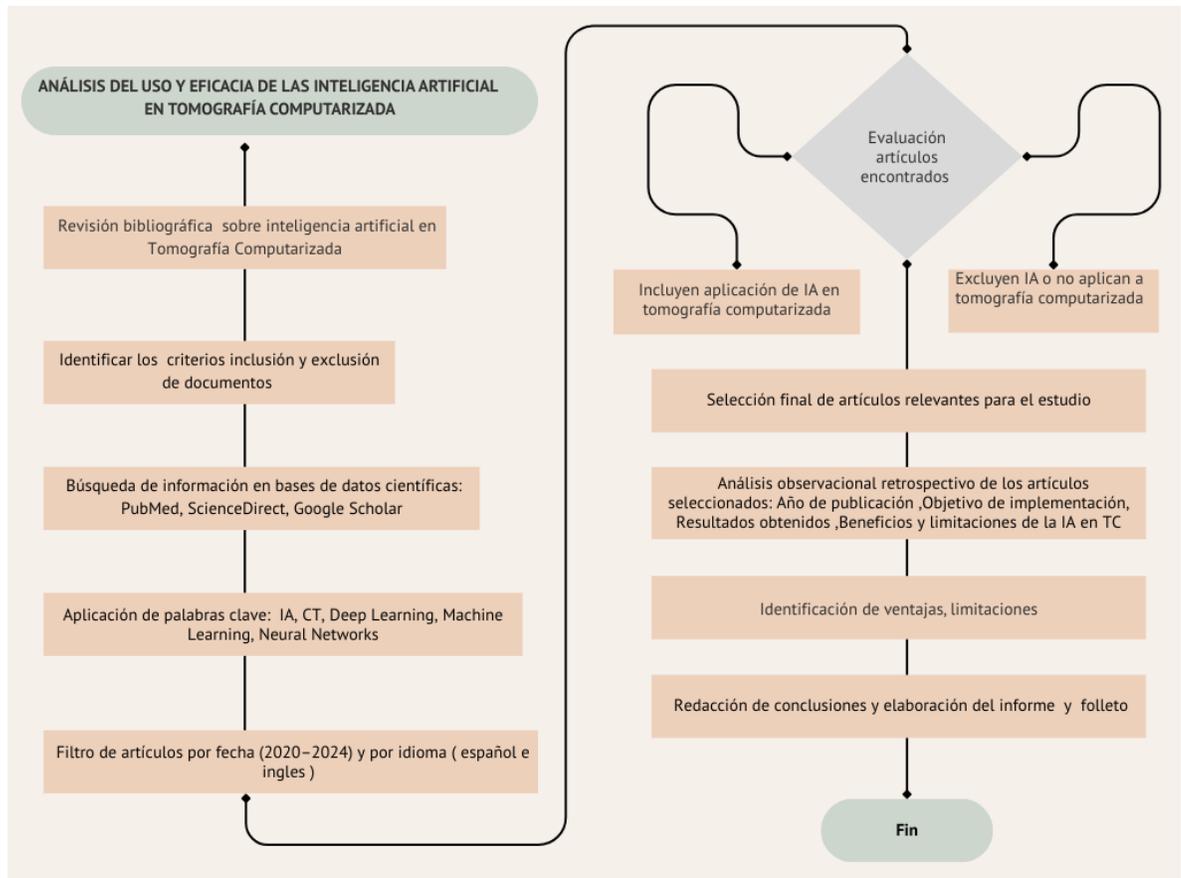
- (16) Kang D, Dey D, Slomka PJ, Arsanjani R, Nakazato R, Ko H, et al. Structured learning algorithm for detection of nonobstructive and obstructive coronary plaque lesions from computed tomography angiography. *J Med Imaging (Bellingham)* [Internet]. 2015;2(1):014003. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1117/1.JMI.2.1.014003>
- [17] Handa T, Tanizawa K, Oguma T, Uozumi R, Watanabe K, Tanabe N, et al. Novel artificial intelligence-based technology for chest computed tomography analysis of idiopathic pulmonary fibrosis. *Ann Am Thorac Soc*. 2022;19(3):399-406. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202101-044OC>
- [18] Schwyzer M, Martini K, Skawran S, Messerli M, Frauenfelder T. Pneumonia detection in chest X-ray dose-equivalent CT: Impact of dose reduction on detectability by artificial intelligence. *Acad Radiol*. 2021;28(8):1043-7. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.05.031>
- [19] Sachithanandan A, Lockman H, Azman RR, Tho LM, Ban EZ, Ramon V. The potential role of artificial intelligence-assisted chest X-ray imaging in detecting early-stage lung cancer in the community-a proposed algorithm for lung cancer screening in Malaysia. *Med J Malaysia*. 2024;79(1):9-14.
- [22] Golla A-K, Lorenz C, Buerger C, Lossau T, Klinder T, Mutze S, et al. Cervical spine fracture detection in computed tomography using convolutional neural networks. *Phys Med Biol*. 2023;68(11). <https://doi.org/10.1088/1361-6560/acd48b>
- [24] Inkinen SI, Mäkelä T, Kaasalainen T, Peltonen J, Kangasniemi M, Kortensniemi M. Automatic head computed tomography image noise quantification with deep learning. *Phys Med*. 2022;99:102-12. <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2022.05.011>

- [26] Ahmad M, Qadri SF, Ashraf MU, Subhi K, Khan S, Zareen SS, et al. Efficient liver segmentation from computed tomography images using deep learning. *Comput Intell Neurosci.* 2022;2022:2665283. <https://doi.org/10.1155/2022/2665283>
- [28] Lee SM, Seo JB, Yun J, Cho Y-H, Vogel-Claussen J, Schiebler ML, et al. Deep learning applications in chest radiography and computed tomography: Current state of the art. *J Thorac Imaging.* 2019;34(2):75-85. <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000387>
- [30] Cruz LB, Araújo JDL, Ferreira JL, Diniz JOB, Silva AC, de Almeida JDS, et al. Kidney segmentation from computed tomography images using deep neural network. *Comput Biol Med.* 2020;123:103906. <https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2020.103906>
- [31] Suri A, Jones BC, Ng G, Anabaraonye N, Beyrer P, Domi A, et al. A deep learning system for automated, multi-modality 2D segmentation of vertebral bodies and intervertebral discs. *Bone.* 2021;149:115972. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2021.115972>
- [34] Moawad AW, Fuentes DT, ElBanan MG, Shalaby AS, Guccione J, Kamel S, et al. Artificial intelligence in diagnostic radiology: Where do we stand, challenges, and opportunities. *J Comput Assist Tomogr.* 2022;46(1):78-90. <https://doi.org/10.1097/RCT.0000000000001247>
- [35] Su T, Cui Z, Yang J, Zhang Y, Liu J, Zhu J, et al. Generalized deep iterative reconstruction for sparse-view CT imaging. *Phys Med Biol.* 2022;67(2):025005. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/ac3eae>
- [36] Fischer AM, Yacoub B, Savage RH, Martinez JD, Wichmann JL, Sahbaee P, et al. Machine learning/deep neuronal network: Routine application in chest computed tomography and workflow considerations. *J Thorac Imaging.* 2020;35 Suppl 1:S21-7. <https://doi.org/10.1097/RTI.0000000000000498>

- [41] Rueckel J, Reidler P, Fink N, Sperl J, Geyer T, Fabritius MP, et al. Artificial intelligence assistance improves reporting efficiency of thoracic aortic aneurysm CT follow-up. *Eur J Radiol.* 2021;134:109424. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109424>
- [42] Choi AD, Marques H, Kumar V, Griffin WF, Rahban H, Karlsberg RP, et al. CT Evaluation by Artificial Intelligence for Atherosclerosis, Stenosis and Vascular Morphology (CLARIFY): A Multi-center, international study. *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2021;15(6):470-6. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2021.05.004>
- [44] Williams MC, Weir-McCall JR, Baldassarre LA, De Cecco CN, Choi AD, Dey D, et al. Artificial intelligence and machine learning for cardiovascular computed tomography (CCT): A white paper of the society of cardiovascular computed tomography (SCCT). *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2024;18(6):519-32. <https://doi.org/10.1016/j.jcct.2024.08.003>
- [46] Rai R. Deep learning in image segmentation for cancer. *J Med Radiat Sci.* 2024;71(4):505-8. <https://doi.org/10.1002/jmrs.839>
- [50] Greffier J, Frandon J, Durand Q, Kammoun T, Loisy M, Beregi J-P, et al. Contribution of an artificial intelligence deep-learning reconstruction algorithm for dose optimization in lumbar spine CT examination: A phantom study. *Diagn Interv Imaging.* 2023;104(2):76-83. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2022.08.004>

## 14 ANEXOS

### DIAGRAMA DE FLUJO



ANEXO 1 “Diagrama de flujo fuente propia”

**TABLA DE ARTÍCULOS**

Fecha	Título	Autores
2019	Validation of automated artificial intelligence segmentation of optical coherence tomography images	Maloca PM, Lee AY, de Carvalho ER, Okada M, Fasler K, Leung I, et al.
2019	Contrast-enhanced computed tomography image assessment of cervical lymph node metastasis in patients with oral cancer by using a deep learning system of artificial intelligence	Ariji Y, Fukuda M, Kise Y, Nozawa M, Yanashita Y, Fujita H, et al.
2019	Deep learning applications in chest radiography and computed tomography: Current state of the art	Lee SM, Seo JB, Yun J, Cho Y-H, Vogel-Claussen J, Schiebler ML, et al.
2020	The use of artificial intelligence in computed tomography image reconstruction - A literature review	Zhang Z, Seeram E
2020	Comparison of artificial intelligence-based fully automatic chest CT emphysema quantification to pulmonary function testing	Fischer AM, Varga-Szemes A, van Assen M, Griffith LP, Sahbaee P, Sperl JI, et al.
2020	Machine learning/deep neuronal network: Routine application in chest computed tomography and workflow considerations	Fischer AM, Yacoub B, Savage RH, Martinez JD, Wichmann JL, Sahbaee P, et al.

2020	Kidney segmentation from computed tomography images using deep neural network	Cruz LB, Araújo JDL, Ferreira JL, Diniz JOB, Silva AC, de Almeida JDS, et al.
2021	Artificial intelligence in computed tomography plaque characterization: A review	Cau R, Flanders A, Mannelli L, Politi C, Faa G, Suri JS, et al.
2021	Application of artificial intelligence to cardiovascular computed tomography	Yang DH
2021	Pneumonia detection in chest X-ray dose-equivalent CT: Impact of dose reduction on detectability by artificial intelligence	Schwyzer M, Martini K, Skawran S, Messerli M, Frauenfelder T
2021	Reduction of missed thoracic findings in emergency whole-body computed tomography using artificial intelligence assistance	Rueckel J, Sperl JI, Kaestle S, Hoppe BF, Fink N, Rudolph J, et al.
2021	Artificial intelligence assistance improves reporting efficiency of thoracic aortic aneurysm CT follow-up	Rueckel J, Reidler P, Fink N, Sperl J, Geyer T, Fabritius MP, et al.
2021	CT Evaluation by Artificial Intelligence for Atherosclerosis, Stenosis and Vascular Morphology (CLARIFY): A Multi-center, international study	Choi AD, Marques H, Kumar V, Griffin WF, Rahban H, Karlsberg RP, et al.
2021	Analysis of segmentation of lung parenchyma based on deep learning methods	Tan W, Huang P, Li X, Ren G, Chen Y, Yang J

2021	A deep learning system for automated, multi-modality 2D segmentation of vertebral bodies and intervertebral discs	Suri A, Jones BC, Ng G, Anabaraonye N, Beyrer P, Domi A, et al.
2022	Novel artificial intelligence-based technology for chest computed tomography analysis of idiopathic pulmonary fibrosis	Handa T, Tanizawa K, Oguma T, Uozumi R, Watanabe K, Tanabe N, et al.
2022	Combining natural and artificial intelligence for robust automatic anatomy segmentation: Application in neck and thorax auto-contouring	Udupa JK, Liu T, Jin C, Zhao L, Odhner D, Tong Y, et al.
2022	Lung nodule detectability of artificial Intelligence-assisted CT image reading in lung cancer screening	Zhang Y, Jiang B, Zhang L, Greuter MJW, de Bock GH, Zhang H, et al.
2022	End-to-end deep learning for interior tomography with low-dose x-ray CT	Han Y, Wu D, Kim K, Li Q
2022	Generalized deep iterative reconstruction for sparse-view CT imaging	Su T, Cui Z, Yang J, Zhang Y, Liu J, Zhu J, et al.
2022	Efficient liver segmentation from computed tomography images using deep learning	Ahmad M, Qadri SF, Ashraf MU, Subhi K, Khan S, Zareen SS, et al.
2022	Automated pancreas segmentation and volumetry using deep neural network on computed tomography	Lim S-H, Kim YJ, Park Y-H, Kim D, Kim KG, Lee D-H
2022	Automatic head computed tomography image noise quantification with deep	Inkinen SI, Mäkelä T, Kaasalainen T, Peltonen J, Kangasniemi M,

	learning	Kortesniemi M
2023	Artificial intelligence in cardiac computed tomography	Aromiwura AA, Settle T, Umer M, Joshi J, Shotwell M, Mattumpuram J, et al.
2023	Contribution of an artificial intelligence deep-learning reconstruction algorithm for dose optimization in lumbar spine CT examination: A phantom study	Greffier J, Frandon J, Durand Q, Kammoun T, Loisy M, Beregi J-P, et al.
2023	Deep learning ultrasound computed tomography under sparse sampling	Long X, Chen J, Liu W, Tian C
2023	Deep learning for x-ray scatter correction in dedicated breast CT	Pautasso JJ, Caballo M, Mikerov M, Boone JM, Michielsen K, Sechopoulos I
2023	Cervical spine fracture detection in computed tomography using convolutional neural networks	Golla A-K, Lorenz C, Buerger C, Lossau T, Klinder T, Mutze S, et al.
2023	Automatic multi-label temporal bone computed tomography segmentation with deep learning	Zhou L, Li Z
2024	Deep learning in image segmentation for cancer	Rai R
2024	Artificial intelligence and machine learning for cardiovascular computed tomography (CCT): A white paper of the society of cardiovascular computed tomography (SCCT)	Williams MC, Weir-McCall JR, Baldassarre LA, De Cecco CN, Choi AD, Dey D, et al.
2024	Validation of 2D lateral	Chung E-J, Yang B-E,

	cephalometric analysis using artificial intelligence-processed low-dose cone beam computed tomography	Kang S-H, Kim Y-H, Na J-Y, Park S-Y, et al.
2024	Reproducibility of artificial intelligence-enabled plaque measurements between systolic and diastolic phases from coronary computed tomography angiography	Flores Tomasino G, Han D, Pimentel R, Paz W, Liang J, Cheng VY, et al.
2024	Artificial intelligence in the differential diagnosis of cardiomyopathy phenotypes	Cau R, Pisu F, Suri JS, Montisci R, Gatti M, Mannelli L, et al.
2024	The potential role of artificial intelligence-assisted chest X-ray imaging in detecting early-stage lung cancer in the community-a proposed algorithm for lung cancer screening in Malaysia	Sachithanandan A, Lockman H, Azman RR, Tho LM, Ban EZ, Ramon V
2024	Use of artificial intelligence in the diagnosis and treatment of orthopedic diseases: Literature review	Prudnikov Y, Yuryk O, Sosnov M, Stashkevych A, Martsyniak S
2025	Evaluation of the clinical utility of lateral cephalometry reconstructed from computed tomography extracted by artificial intelligence	Kim K-H, Min J-H, Yun J-H, Baek J-H, Song I-S, Lee S-M, et al.
2025	Artificial intelligence for left ventricular hypertrophy detection and differentiation on echocardiography, cardiac magnetic resonance and cardiac computed tomography: A systematic	Cirillo C, Matarrese MAG, Monda E, Pagnano ME, Vitale J, Verrillo F, et al.

	review	
2025	Artificial intelligence for the detection of airway nodules in chest CT scans	Hendrix W, Hendrix N, Scholten ET, van Ginneken B, Prokop M, Rutten M, et al.

Anexo 2 “Tabla de artículos fuente propia”