

## **Imagen diagnóstica inteligente: optimización, calidad y dosis**

Cristian Eduardo Martínez Gómez

Yeimy Fernanda Quintero Cotacio

Jhon Derlinson Gómez Pérez

Natalia Stephanie Leal Moreno

Diego Fernando Medina Flores

Asesor

Christian Camilo Rodríguez Castro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud ECISAD

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2025

## **Agradecimientos**

En primer lugar, damos gracias a Dios, quien nos ha guiado, fortalecido y acompañado en cada etapa de este proceso académico. Su sabiduría, protección y amor han sido la base para avanzar con firmeza y culminar este trabajo con dedicación y propósito.

Agradecemos profundamente a nuestra directora, Edna Rocío Jamaica Guio, por su orientación constante, su paciencia y su compromiso académico. Su acompañamiento fue clave para dar claridad y solidez a esta investigación.

Extendemos también nuestro más sincero agradecimiento a nuestro tutor, Christian Camilo Rodríguez Castro, por su apoyo, sus observaciones acertadas y por motivarnos a dar siempre lo mejor. Su guía enriqueció cada parte del proceso.

A ambos nuestra gratitud y reconocimiento por su guía, acompañamiento y exigencia académica durante todo el proceso de investigación. Su orientación clara, sus observaciones oportunas y su compromiso constante hicieron posible el desarrollo y la culminación de este estudio.

A cada uno de nuestros compañeros del diplomado, gracias por el compañerismo, el trabajo colaborativo y el apoyo mutuo que hicieron de este camino una experiencia enriquecedora tanto en lo académico como en lo personal.

### **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo inicialmente a nuestros seres queridos que han sido de gran ayuda y motivación para continuar forjando nuestros sueños y anhelos de ser los próximos graduando y profesionales en el campo de la radiología, también realizamos una dedicatoria a nuestra Directora, Edna Roció Jamaica Guio y a nuestro tutor Christian Camilo Rodríguez Castro del diplomado, quienes no solo nos acompañaron en este proceso académico, sino que también sembraron motivación, confianza y disciplina en cada etapa. Sus palabras, su orientación y su paciencia fueron un impulso constante para avanzar incluso en los momentos más retadores. Gracias por creer en nuestro trabajo y por inspirarnos a crecer profesional y personalmente. Este logro también es de ustedes.

## Resumen

La optimización de los parámetros de imagen diagnóstica mediante Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML) representa un avance significativo en la reducción de dosis de radiación y la mejora de la calidad diagnóstica en tomografía computarizada (CT). Este estudio, de enfoque cualitativo, se fundamenta en un diseño retrospectivo y comparativo, evaluando la efectividad de algoritmos de Deep Learning (DL) en la reconstrucción y reducción de ruido (denoising) de imágenes adquiridas con dosis reducidas.

La investigación analiza estudios realizados entre 2015 y 2025 en pacientes adultos sometidos a evaluaciones neurorradiológicas, aplicando redes neuronales profundas como CNN, RED-CNN y DNN, que permiten mantener la calidad diagnóstica incluso con solo el 25% de la dosis original. Los resultados se validan mediante métricas objetivas (PSNR, SSIM, RMSE) y la revisión de radiólogos expertos; El estudio se enmarca dentro de los principios éticos y normativos establecidos por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, 2007) y la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), garantizando la aplicación del principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) y el cumplimiento de la Resolución 482 de 2018 en Colombia; La integración de IA en la optimización de parámetros de imagen permite personalizar protocolos de adquisición, reducir la exposición a radiación, estandarizar procesos y mejorar la eficiencia operativa de los servicios de diagnóstico.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial, Radiología, Aprendizaje Automático, Parámetros Técnicos, Redes neuronales

## Abstract

The optimization of diagnostic image parameters through Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) represents a significant advance in reducing radiation dose and improving diagnostic quality in computed tomography (CT). This study, with a qualitative approach, is based on a retrospective and comparative design, evaluating the effectiveness of Deep Learning (DL) algorithms in the reconstruction and noise reduction (denoising) of images acquired with reduced doses.

The research analyzes studies carried out between 2015 and 2025 in adult patients undergoing neuroradiological evaluations, applying deep neural networks such as CNN, RED-CNN and DNN, which allow maintaining diagnostic quality even with only 25% of the original dose. Results are validated using objective metrics (PSNR, SSIM, RMSE) and review by expert radiologists; The study is framed within the ethical and regulatory principles established by the International Commission on Radiological Protection (ICRP, 2007) and the World Health Organization (WHO, 2019), guaranteeing the application of the ALARA principle (As Low As Reasonably Achievable) and compliance with Resolution 482 of 2018 in Colombia; The integration of AI in the optimization of image parameters makes it possible to personalize acquisition protocols, reduce radiation exposure, standardize processes and improve the operational efficiency of diagnostic services.

**Keywords:** Artificial Intelligence, Radiology, Machine Learning, Technical Parameters, Neural Networks.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	9
Planteamiento del problema.....	11
Justificación.....	13
Objetivos .....	15
Objetivo General .....	15
Objetivos Específicos .....	15
Marco teórico .....	16
Imagenología Diagnóstica Moderna: Principios y Modalidades Clave .....	16
<i>Rayos X y Tubo de Coolidge</i> .....	18
<i>Radiografía Digital (DR)</i> .....	19
<i>La tomografía computarizada (TC)</i> .....	19
<i>La resonancia magnética RM</i> .....	19
Calidad de la Imagen Diagnóstica y Relación Dosis-Ruido .....	20
El principio ALARA y la Necesidad de Reducción de Dosis de Radiación .....	21
Introducción a la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (ML).....	23
Modelos de ML aplicados: Redes Neuronales Convolucionales (CNNs), Generative Adversarial Networks (GANs).....	24
Algoritmos para la Reducción de Dosis en TC .....	24
Aplicación de IA/ML para la Optimización en Resonancia Magnética (RM) .....	26

	7
Principios Éticos y Legales.....	26
La incorporación de IA Enfrenta Limitaciones y Retos .....	26
Marco metodológico.....	28
Definición y Delimitación del Problema.....	29
Selección de Base Datos y Fuentes Confiables .....	30
Establecimiento de Criterios de Búsqueda .....	30
Filtrado y Selección de Documentos Relevantes.....	30
Análisis Crítico de la Calidad de los Datos .....	30
Síntesis, Integración y Consideraciones Ético-Legales .....	31
Resultados de la Investigación .....	32
Conclusiones .....	36
Referencias .....	37

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b> <i>Árbol de Problemas</i> .....	29
---	----

## Introducción

La radiología ha experimentado una evolución significativa impulsada por la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML). Estos avances han transformado el paradigma del diagnóstico por imagen, ofreciendo nuevas posibilidades para optimizar los parámetros técnicos de adquisición, elevar la resolución diagnóstica y mitigar la exposición radiológica del paciente. Mediante algoritmos de Deep Learning (DL), es posible ajustar automáticamente variables como el kilovoltaje (kVp), el amperaje (mAs) y el tiempo de exposición, adaptándolos a las particularidades anatómicas de cada paciente, promoviendo una práctica médica más segura, precisa y eficiente.

Este enfoque promueve una praxis médica caracterizada por la seguridad, la precisión y la eficiencia operativa permitiendo que los estudios de imagen la radiografía, tomografía computarizada, resonancia magnética, tengan una calidad diagnóstica adecuada en función de los parámetros técnicos y del cumplimiento del principio de protección radiológica ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Es importante resaltar que, estos ajustes dependen de la experiencia del operador, de protocolos estandarizados, y la tecnología incorporada. En este contexto, la integración de la IA busca superar dichas limitaciones mediante la automatización, la estandarización y la personalización de los protocolos de adquisición, contribuyendo a la reducción de errores y al fortalecimiento de la seguridad del paciente.

En el campo de la radiología las imágenes diagnósticas, requieren de la optimización de los parámetros de imagen lo cual constituye un aspecto esencial para garantizar la calidad de los diagnósticos médicos, la seguridad del paciente y la eficiencia de los procedimientos. En modalidades como la radiografía y la tomografía computarizada (TC), el ajuste inadecuado de

los parámetros técnicos puede comprometer tanto la seguridad del paciente como la utilidad diagnóstica de los estudios (Smith-Bindman, 2019)

Esta cuestión orienta el desarrollo del estudio y busca aportar una comprensión integral sobre el papel de la IA en la optimización técnica, la seguridad radiológica y la calidad de los servicios de diagnóstico por imagen.

## Planteamiento del Problema

En la radiología como herramienta para el diagnóstico de enfermedades la optimización de la calidad de imagen y la dosis de radiación ha sido históricamente abordada mediante protocolos estandarizados y ajustes manuales realizados por el personal técnico, en concordancia con el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Si bien estos enfoques representaron un avance significativo en su momento, fueron concebidos bajo supuestos dejando de por fuera la variabilidad antropométrica y las particularidades de los pacientes. Actualmente, persiste una variabilidad significativa en la adquisición de estudios debido a la dependencia de protocolos genéricos o al criterio subjetivo del operador. Lo que contraviene el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

El contexto actual, se caracteriza por el incremento en la demanda de estudios radiológicos, una mayor complejidad clínica y una amplia diversidad de biotipos, persiste una marcada dependencia del criterio subjetivo del operador y de protocolos genéricos. Esta situación genera una variabilidad significativa en los parámetros de adquisición, lo que puede derivar tanto en exposiciones innecesarias a radiación como en imágenes con calidad diagnóstica subóptima.

Las repercusiones de esta problemática son multidimensionales: el incremento del riesgo radiológico biológico, la degradación de la precisión diagnóstica y la ineficiencia operativa derivada de la repetición de estudios. Ante este escenario, surge la necesidad de transitar hacia modelos automatizados de precisión. En este sentido, la Inteligencia Artificial ofrece un potencial significativo para la optimización dinámica de los parámetros de adquisición, al integrar variables antropométricas y requerimientos clínicos específicos en tiempo real.

La revisión de la literatura existente muestra que aunque hay avances significativos en este campo, situaciones como la pandemia ocasionada por el COVID-19 aceleraron la inclusión de la inteligencia artificial, puesto que se hizo necesario distinguir si la infección pulmonar era originada o no por esa enfermedad. “A partir de imágenes tomadas en TC, Hong Yang y colaboradores, desarrollaron un modelo de IA basado en un algoritmo de aprendizaje profundo que permitió la detección de esta afección con elevados valores de sensibilidad y especificidad” (Iglesias López, 2023, p. 4).

Elton D et al., citado por Iglesias López (2023):  
Publicaron un modelo basado en el aprendizaje profundo que mide el volumen de los segmentos de Couinaud del hígado y el bazo en la TC con contraste funcionó de manera similar a las mediciones manuales para predecir la cirrosis histopatológica y la fibrosis avanzada. Esta herramienta permite disminuir a gran escala el flujo de trabajo, realizando reconstrucciones de manera automática. (p. 5.)

Aunque las cifras exactas son variables la implementación de la inteligencia artificial en la optimización de imágenes diagnósticas de TC y RM ha demostrado mejoras significativas en la calidad de las imágenes. Estos avances subrayan el papel crucial de la IA en la evolución de la medicina diagnóstica moderna. Por ello, la presente investigación se plantea la siguiente pregunta: ¿De qué manera la implementación de algoritmos de Inteligencia Artificial permite la optimización automatizada de los parámetros de adquisición, garantizando una calidad diagnóstica superior y la reducción efectiva de la dosis de radiación según las características individuales del paciente?

## **Justificación**

La presente investigación se justifica en la necesidad imperativa de transitar de un modelo de adquisición de imágenes basado en protocolos fijos y criterios subjetivos hacia un paradigma de precisión personalizado. A pesar de contar con tecnología radiológica de alta gama, persiste una brecha de eficiencia debido a la variabilidad intrínseca del factor humano y la falta de una automatización inteligente que considere variables críticas como el biotipo, la edad y la sospecha clínica. En este contexto, la implementación de Inteligencia Artificial (IA) en la optimización de parámetros no representa únicamente una mejora técnica, sino un imperativo ético y clínico que impacta directamente en la seguridad del paciente mediante el cumplimiento estricto del principio ALARA. Al automatizar la configuración de variables como la dosis ionizante, se garantiza una calidad diagnóstica superior con una resolución técnica óptima, reduciendo significativamente el margen de error y permitiendo diagnósticos tempranos que agilizan el tratamiento de patologías.

Desde una perspectiva operativa y económica, esta transición hacia sistemas inteligentes optimiza la eficiencia de los servicios de radiología. La reducción en la repetición de estudios conlleva una disminución directa en el gasto de insumos, mitiga el desgaste de los equipos y reduce los tiempos de ocupación de las salas, mejorando la oportunidad de atención y reduciendo las listas de espera. La viabilidad de esta propuesta se sustenta en la convergencia actual de tres pilares tecnológicos: el acceso a vastos repositorios de datos (Big Data/PACS), la potencia de procesamiento de las unidades gráficas (GPU) y la madurez de las Redes Neuronales Convolucionales (CNN), capaces de reconstruir imágenes de alta calidad a partir de dosis bajas. En definitiva, la sustitución de métodos manuales por sistemas de soporte basados en IA reduce

la incertidumbre técnica del tecnólogo, eleva la productividad institucional y estandariza los criterios de calidad, asegurando un sistema de salud más exacto, seguro y costo-efectivo.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Sistematizar la evidencia científica sobre la optimización de parámetros de imagen diagnóstica mediante Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (ML), detallando sus fundamentos, aplicaciones clínicas, aspectos éticos/legales y su impacto en la calidad de la imagen y la reducción de dosis de radiación.

### **Objetivos Específicos**

Describir las principales aplicaciones clínicas reportadas en la literatura donde la IA/ML ha demostrado su eficacia en la optimización de parámetros de adquisición de imágenes

Identificar los principios teóricos y metodologías de Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático más empleados para la optimización de parámetros en diferentes modalidades de imagen diagnóstica

Recopilar las consideraciones éticas, los marcos regulatorios y los desafíos legales asociados a la implementación de sistemas de IA/ML en el entorno de la imagenología diagnóstica.

## **Marco teórico**

El presente marco teórico aborda, en primer lugar; algunas generalidades, principios y modalidades de la imagenología diagnóstica. Mencionando la importancia de la relación entre la calidad de la imagen y el ruido, para después introducir a la inteligencia artificial en la medicina, explorando su evolución, aplicaciones y beneficios en el diagnóstico. Posteriormente, se analizan las técnicas de optimización de imágenes mediante IA, incluyendo métodos de reducción de ruido, algoritmos de reconstrucción y estrategias que permiten obtener imágenes más nítidas y detalladas. Finalmente, se examina el impacto, los desafíos y consideraciones éticas asociados al uso de IA en la radiología, tales como el sesgo en los algoritmos, la regulación de su aplicación en el sector salud y la seguridad de los datos médicos.

Con el abordaje de esta temática, se pretende dar desarrollo al objetivo planteado para poner en evidencia el impacto de la optimización de Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (ML), resaltando sus fundamentos, aplicaciones clínicas, aspectos éticos/legales e impacto en la calidad de la imagen y la reducción de dosis de radiación.

### **Imagenología Diagnóstica Moderna: Principios y Modalidades Clave**

Se llama imagen médica al conjunto de técnicas y procesos usados para crear imágenes del cuerpo humano, o partes de él, con propósitos clínicos que permitan facilitar procedimientos para diagnosticar y tratar enfermedades. En el libro introducción a la imagenología los autores Vallejo López et. al (2018):

La imagenología, es una rama de la medicina que utiliza radiaciones ionizantes y no ionizantes para obtener imágenes realizando exámenes que permiten observar, ubicar y realizar el diagnóstico de diversas patologías. Existen varios tipos de exámenes que se realizan con

equipos adecuados y que deben ser manejados por profesionales de la salud que desarrollan las competencias adecuadas para desarrollar en forma eficiente esta actividad. (p. 19)

Incluye a la radiología como una importante especialidad médica que emplea la radiografía como ayuda en el diagnóstico médico, en la práctica, el uso más extendido es los rayos X. Existen diferentes tipos de exámenes que los médicos utilizan para realizar el diagnóstico de las patologías, los rayos X son absorbidos por diferentes partes del cuerpo en distintos grados. Los huesos absorben gran parte de la radiación mientras que los tejidos blandos, como los músculos, la grasa y los órganos, permiten que más de los rayos X pasen a través de ellos. En consecuencia, los huesos aparecen blancos en los rayos X, mientras que los tejidos blandos se muestran en matices de gris y el aire aparece en negro. Hoy en día, la mayoría de las imágenes son archivos digitales que se almacenan en sistemas digitales permitiendo la obtención y visualización de la imagen radiográfica directamente en una computadora, sin necesidad de imprimirla.

Con la digitalización, se ha logrado un procesamiento de la imagen más ajustable y flexible para mejorar la calidad diagnóstica. La radiación ionizante, como los rayos X, es capaz de expulsar electrones de los átomos, generando pares iónicos, lo que resulta crítico en la generación de imágenes. Este proceso de ionización, junto con la capacidad de los rayos X para ser absorbidos o dispersados dependiendo de la densidad de los tejidos, permite diferenciar estructuras internas del cuerpo humano, sentando así las bases tecnológicas para la radiología moderna (Heriberto, 2008).

Con todo lo mencionado se puede inferir que la radiología ha experimentado una evolución constante impulsada por los avances tecnológicos y el desarrollo de nuevos principios físicos aplicados al diagnóstico médico. Desde la generación inicial de rayos X hasta las técnicas

digitales y los métodos avanzados de obtención de imágenes, las distintas modalidades radiológicas han permitido mejorar de forma significativa la precisión diagnóstica, la seguridad del paciente y la eficiencia clínica. A continuación, se describen algunas de las principales modalidades de radiología, destacando sus fundamentos, aplicaciones y aportes al diagnóstico por imagen en la práctica médica moderna.

### ***Rayos X y Tubo de Coolidge***

El tubo de Coolidge, introducido en 1913 por William David Coolidge, representó un avance revolucionario en la generación de rayos X y sentó las bases de la tecnología utilizada en los sistemas de radiodiagnóstico modernos. Este dispositivo funciona mediante la emisión termiónica de electrones desde un cátodo de filamento calentado, los cuales son acelerados en un entorno de vacío hacia un ánodo, generalmente de tungsteno. La interacción de los electrones con el ánodo genera rayos X con alta energía, adecuados para atravesar los tejidos del cuerpo humano y formar imágenes diagnósticas precisas. La capacidad de controlar de manera precisa la intensidad y la energía del haz de rayos X mejoró significativamente la calidad de las imágenes y la seguridad del proceso radiológico.

Una de las innovaciones fundamentales del tubo de Coolidge es la posibilidad de ajustar el flujo de electrones mediante la modulación de la corriente en el cátodo y la diferencia de potencial aplicada entre el cátodo y el ánodo. Esto permitió un control más eficiente sobre la dosis de radiación y la calidad de la imagen obtenida, optimizando la práctica clínica. A este avance se sumó, en 1921, la introducción de la rejilla Potter-Bucky, diseñada para reducir la radiación dispersa que degrada la imagen, mejorando así el contraste radiográfico y la precisión diagnóstica.

### ***Radiografía Digital (DR)***

La radiografía digital (DR) es una tecnología avanzada que ha reemplazado a los sistemas analógicos al capturar las imágenes radiográficas directamente en formato digital, eliminando la necesidad de película y los procesos químicos de revelado. Esta evolución ha permitido un flujo de trabajo más rápido, una reducción en la exposición del paciente a la radiación y una mayor capacidad de pos-procesamiento para optimizar las imágenes con fines diagnósticos. Además, la DR facilita el almacenamiento y distribución de las imágenes a través de sistemas PACS (Picture Archiving and Communication System), lo que permite su consulta simultánea y remota por múltiples usuarios, mejorando la eficiencia en la gestión clínica (Machado Acuña, Salas Blanco, & Rivero Pons, 2023).

### ***La tomografía computarizada (TC)***

La tomografía computarizada (TC) ha representado un avance trascendental en la tecnología de imágenes radiológicas al permitir una visualización precisa y detallada de las estructuras internas del cuerpo. Este método utiliza un haz de rayos X que gira alrededor del paciente, capturando múltiples imágenes desde diferentes ángulos. Los datos obtenidos se procesan mediante algoritmos matemáticos avanzados para generar cortes transversales, que luego se integran en reconstrucciones tridimensionales. La capacidad de obtener imágenes en 3D ha mejorado significativamente el diagnóstico de patologías complejas, superando las limitaciones de la radiografía convencional.

### ***La resonancia Magnética RM***

La resonancia magnética RM es especialmente útil para la evaluación de tejidos blandos como el cerebro, músculos, ligamentos y órganos internos, superando en muchos casos la capacidad diagnóstica de los rayos X y la TC en áreas como neurología, ortopedia y oncología.

Los principios de esta técnica derivan de la física cuántica, ya que dependen de la alineación y posterior relajación de los núcleos de hidrógeno bajo la influencia de un campo magnético. La capacidad de la RM para generar imágenes de alta resolución y excelente contraste sin los riesgos asociados a la exposición a radiación ionizante ha consolidado su uso en la radiología moderna como un método fundamental en el diagnóstico por imagen (Caicedo Martínez, Aldana Ramírez, & Hernández Suarez, 2009).

### **Calidad de la Imagen Diagnóstica y Relación Dosis-Ruido**

La calidad de la imagen diagnóstica es un factor determinante en la radiología, ya que de ella depende la correcta interpretación de los estudios y la precisión del diagnóstico médico. Esta calidad está estrechamente relacionada con el equilibrio entre la dosis de radiación administrada al paciente y el nivel de ruido presente en la imagen, lo que plantea un desafío constante en la práctica clínica. En este contexto, la optimización de los parámetros de adquisición y el uso de técnicas avanzadas de procesamiento, incluidas las basadas en inteligencia artificial, han cobrado especial relevancia para mejorar la fidelidad de las imágenes, reducir el ruido y minimizar la exposición radiológica sin comprometer el valor diagnóstico.

La calidad según Castro Acuña (2023) “se puede definir como un conjunto de características que indican la fidelidad con que una imagen representa las cualidades del objeto observado” (p. 2). Algunos de los principales parámetros para evaluar la calidad son la uniformidad y linealidad, la resolución espacial, la resolución de contraste, la resolución temporal y los artefactos.

Por otro lado, el ruido en imágenes médicas puede dificultar la interpretación de los estudios y afectar la precisión del diagnóstico. La IA ha permitido desarrollar técnicas avanzadas para la reducción del ruido, como: filtros basados en redes neuronales convolucionales (CNNs),

que identifican y eliminan patrones de ruido sin comprometer la calidad de la imagen. Modelos de aprendizaje profundo (GANs - Redes Generativas Antagónicas), que generan versiones mejoradas de las imágenes de baja calidad (Orozco Solis, et al., 2024).

El ruido en imágenes médicas puede dificultar la interpretación de los estudios y afectar la precisión del diagnóstico. La IA ha permitido desarrollar técnicas avanzadas para la reducción del ruido, como: filtros basados en redes neuronales convolucionales (CNNs), que identifican y eliminan patrones de ruido sin comprometer la calidad de la imagen. Modelos de aprendizaje profundo (GANs - Redes Generativas Antagónicas), que generan versiones mejoradas de las imágenes de baja calidad (Orozco Solis, et al., 2024).

La reconstrucción iterativa (IR), es una técnica que reduce el ruido de la imagen. Aunque son mucho más claras que las imágenes de TC convencionales, las imágenes IR tienen desventajas: tienen un tiempo de procesamiento más largo, hay límites en cuanto a cuánto se puede reducir la dosis de radiación y no son apropiadas para todos los casos de uso. Los centros que adoptan tecnologías de procesamiento basadas en inteligencia artificial están sentando las bases para sobresalir en relación con los resultados para los pacientes, la calidad de las imágenes de TC y la precisión diagnóstica. Estos beneficios se pueden traducir en sostenibilidad financiera y operativa a largo plazo para las instituciones y en beneficios de salud para los pacientes. (Guthleben, 2021)

### **El principio ALARA y la Necesidad de Reducción de Dosis de Radiación**

El principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) se emplea en protección radiológica y consiste en un proceso iterativo de optimización. Es una sigla en inglés que significa “tan bajo como sea razonablemente posible” y busca dar respuesta a la exposición de la

radiación ionizante que no depende de una dosis umbral determinada. Dicho sistema basado en los principios de la justificación, optimización de la protección (ALARA) y límites de dosis.

De acuerdo con la publicación de Aplicaciones Tecnológicas (2025):

La energía absorbida por órganos y tejidos expuestos a radiación ionizante puede provocar dos tipos de efectos: deterministas y estocásticos. Los efectos deterministas sobre la salud se establecieron a lo largo de los 1930. Engloban eritema, dermatitis cutánea, cataratas, esterilidad, mortalidad, etc.

Estos efectos se producen cuando la dosis de radiación supera cierto umbral. En cambio, por debajo de dicho umbral no se observan. Se debe a que las dosis por encima del umbral podrían provocar una cantidad sustancial de muerte celular, suficiente para inducir reacciones tisulares detectables. (párr.4)

La inteligencia artificial (IA) ahora se destaca como una promesa tecnológica y convertirse en un aliado crítico en el campo de la Radioprotección. Su función principal es optimizar el uso de radiaciones ionizantes para garantizar que tanto pacientes como personal médico reciban la dosis más baja posible sin comprometer la calidad del diagnóstico o tratamiento, según Soffia et al. (2017), En Latinoamérica persisten falencias en la justificación de estudios el control de dosis y la educación en seguridad radiológica, en este sentido, la IA se proyecta como una herramienta con alto potencial para estandarizar protocolos y garantizar el cumplimiento del principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable), (Tan bajo como sea razonablemente posible) optimizando automáticamente los parámetros de exposición en tomografía computarizada y radiografía.

En la oncología la integración de la IA en modalidades híbridas como PET/CT y PET/RM ha mostrado grandes avances en el diagnóstico y seguimiento de pacientes. Colmener

et al. (2025) destacan que estas técnicas apoyadas por algoritmos inteligentes ya que estos permiten una mayor precisión y reducen la necesidad de procedimientos invasivos, de igual manera, Rea-Chamorro (2024) diseñó un modelo de ML para la clasificación de imágenes de cáncer pulmonar con resultados promisorios que refuerzan la importancia de estas herramientas en la medicina personalizada.

### **Introducción a la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (ML)**

La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (machine Learning – ML) han transformado de manera significativa la práctica de la radiología posicionándola como una de las disciplinas médicas más beneficiadas por estas tecnologías, desde la digitalización de imágenes hasta el uso de redes neuronales convulsionales (CNN) los avances han permitido optimizar parámetros técnicos mejorar la calidad diagnóstica, reducir la dosis de radiación y apoyar la interpretación clínica (Aguirre et al., 2021; Badillo et al., 2021).

Uno de los aportes más relevantes de la IA se centra en la optimización de protocolos de adquisición. Guerra y Martínez (2022) evidenciaron que mediante el ajuste de parámetros técnicos en radiografía de tórax es posible reducir la dosis sin comprometer la calidad diagnóstica lo que refleja el potencial de estas herramientas para personalizar estudios de acuerdo con las características del paciente de manera complementaria, Martí-Bonmatí (2024) sostiene que la reconstrucción de imágenes mediante algoritmos de aprendizaje profundo favorece la medicina de precisión al disminuir artefactos y mejorar la confiabilidad de los hallazgos.

En el campo de la neuro radiología, Muñoz (2022) describe cómo la IA aplicada a la resonancia magnética (RM) ha permitido acortar los tiempos de adquisición a través de secuencias híbridas y redes generativas adversariales (GAN), sin embargo, advierte que estas

innovaciones también pueden introducir artefactos lo que exige una validación clínica rigurosa para evitar errores diagnósticos.

### **Modelos de ML aplicados: Redes Neuronales Convolucionales (CNNs), Generative Adversarial Networks (GANs)**

Las redes neuronales convolucionales (CNN, por sus siglas en inglés) son un tipo de modelo de inteligencia artificial diseñado para procesar datos con una estructura similar a la de una imagen. Estas redes han revolucionado el campo del reconocimiento de imágenes y se utilizan en aplicaciones como diagnóstico médico, visión artificial, seguridad y más. En este artículo, veremos qué son las redes neuronales convolucionales y cómo aprenden, profundizando en sus componentes, funcionamiento y tipos. Se diferencian de otras redes neuronales tradicionales (como las redes completamente conectadas o MLPs) en Serenity Star (2025):

Que reducen drásticamente la cantidad de parámetros y conexiones mediante el uso de filtros convolucionales. Mientras que una MLP requiere que cada neurona esté conectada a todas las neuronas de la capa anterior, las CNNs se enfocan en pequeñas regiones de la imagen a la vez, lo que permite un procesamiento más eficiente. (Párr. 3)

Las CNNs utilizan una combinación de capas especializadas para extraer y procesar información de una imagen, su componente fundamental utiliza filtros (kernels) que recorren la imagen y detectan características específicas, como bordes, texturas y patrones. Cada filtro genera un mapa de características, resaltando elementos específicos de la imagen.

### **Algoritmos para la Reducción de Dosis en TC**

En imagenología torácica, Raschio et al. (2021) desarrollaron algoritmos de clasificación que lograron detectar cardiomegalia con alta precisión en radiografías de tórax evidenciando la

capacidad de la IA para asistir en diagnósticos que tradicionalmente dependen de la experiencia del radiólogo.

Más allá del ámbito clínico, la IA ha impactado en la transformación profesional. Insuasti et al. (2022) afirman que estas tecnologías no reemplazan a los radiólogos ni a los tecnólogos, sino que redefinen sus funciones exigiendo una adopción ética y crítica en la misma línea, Suárez Botero (2025) enfatiza que el tecnólogo en radiología se convierte en mediador entre los algoritmos inteligentes y la decisión clínica lo que demanda formación digital avanzada.

La IA también ha incidido en la educación y la investigación. Villalobos-Murillo et al. (2025) sostienen que los estudiantes de radiología requieren competencias en IA y ML para enfrentar los retos de la práctica moderna en un análisis histórico, Acosta-Jiménez et al. (2023) señalan que la imagenología ha sido uno de los campos más transformados por estas tecnologías, al permitir diagnósticos más rápidos, fiables y personalizados.

De forma paralela, múltiples investigaciones internacionales han explorado el impacto del Deep Learning (DL) en la reducción de dosis en tomografía computarizada. Chen et al. (2017) demostraron que una red neuronal convolucional (RED-CNN) mejoró métricas de calidad como PSNR y RMSE, preservando la detección de lesiones. Revisiones recientes (*Academic Radiology*, 2021–2023) concluyen que la reconstrucción basada en DL y los algoritmos de denoising permiten mantener la detectabilidad de lesiones incluso con reducciones de dosis cercanas al 75%. Shan et al. (2019) aplicaron CNN en resonancia magnética logrando disminuir artefactos, mientras que Wang et al. (2020) desarrollaron un modelo predictivo para ajustar la dosis en función de edad y peso, reduciendo la exposición hasta en un 30%.

Estos resultados se apoyan en teorías como la optimización matemática que busca maximizar la calidad diagnóstica minimizando la exposición y la medicina personalizada que

plantea la necesidad de ajustar parámetros según las características individuales del paciente (LeCun et al., 2015; Russell & Norvig, 2021). Asimismo, los conceptos como la calidad de la imagen médica —definida por la relación señal-ruido, resolución espacial y contraste— son fundamentales (González & Woods, 2018; Bushberg et al., 2019).

### **Aplicación de IA/ML para la Optimización en Resonancia Magnética (RM)**

Según la literatura el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático (Machine Learning, ML) y aprendizaje profundo (Deep Learning, DL) ha permitido entrenar modelos capaces de analizar grandes volúmenes de datos médicos con alta precisión, facilitando diagnósticos más rápidos y certeros. Sin embargo, “persiste una brecha significativa entre las hipótesis y las experiencias reales” Katal et al, (2024, pág. 4).

### **Principios Éticos y Legales**

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP, 2007) establece la justificación y la optimización como ejes de la protección radiológica mientras que en Colombia la Resolución 482 de 2018 regula la garantía de calidad y seguridad en los servicios de salud de igual manera, la OMS (2019) promueve la reducción de exposiciones innecesarias mediante el uso de nuevas tecnologías.

### **La incorporación de IA Enfrenta Limitaciones y Retos**

Iglesias López (2023) señala que muchos centros de salud aún no aprovechan estas herramientas lo que genera retrasos en la atención. Parada et al. (2023) proponen la radiología 2.0, orientada al uso de algoritmos predictivos que disminuyen el error humano y aumentan la eficiencia diagnóstica.

En conclusión, la IA aplicada a la radiología representa una herramienta clave para optimizar parámetros técnicos, mejorar la seguridad del paciente y transformar los roles

profesionales, no obstante, su implementación requiere un abordaje integral que combine validación clínica, regulación, formación continua y adaptación tecnológica para garantizar un impacto positivo en la calidad de los servicios de salud.

## Marco Metodológico

El siguiente trabajo tiene un enfoque de investigación cualitativo, debido al tema de investigación abordado, ya que se quiere analizar, interpretar y comprender más a fondo la inteligencia artificial (IA) en optimización de parámetros de imagen diagnóstica mediante IA desde una perspectiva teórica y contextual, realizando una investigación crítica y reflexiva de diferentes artículos científicos actualizados y otros documentos pertinentes para identificar beneficios, desafíos técnicos y operativos, la ética y las limitaciones al hacer uso de los sistemas de IA en la radiología, en la cual se selecciona un método y modalidad analítica documental la cual nos permite analizar y explorar detalladamente las fuentes bibliográficas como los artículos científicos, normativas nacionales e internacionales, documentos institucionales y reportes técnicos para el uso de la IA en salud las cuales sustentan la investigación, con el fin de mejorar la calidad diagnóstica y reducir la dosis de radiación.

El diseño de la investigación se caracteriza por ser no experimental y correlacional, ya que no se hace una manipulación de variables ni se realizan intervenciones directas en entornos clínicos: se opta por establecer relaciones y conexiones entre la información obtenida de diferentes fuentes bibliográficas confiables.

El tipo de investigación es teórica y descriptiva, ya que el objetivo es identificar y describir cómo se implementan los modelos de IA, en tecnologías como Deep Learning y redes neuronales en optimización de imágenes diagnósticas y analizar las aplicaciones éticas, normativas y de seguridad social, el tipo de investigación finalmente se caracteriza por ser documental, fundamentándose en análisis y revisión de las fuentes primarias y secundarias que fundamentan teóricamente los hallazgos que permiten formular posibles recomendaciones para la aplicación segura y efectiva de la IA en las imágenes diagnósticas.

El desarrollo del proceso metodológico de la presente investigación documental consiste en las siguientes fases:

### Definición y Delimitación del Problema

Cómo punto de partida se identificó el tema central para la fiabilidad y seguridad de los modelos de IA aplicados a la optimización de los parámetros técnicos en imágenes diagnósticas, para el enfoque se utilizó un diagrama de árbol de problemas (figura 1), la cual ayudó en la investigación en tecnologías específicas como el Deep Learning y las redes neuronales, y problemáticas asociadas a su aplicación clínica.

**Figura 1**

#### *Árbol De Problemas*



*Nota.* Diagrama de árbol de problemas el cual ayudo a identificar el tema de investigación.

### **Selección de Base Datos y Fuentes Confiables**

Se utilizó base de datos académicas de acceso abierto y con respaldo institucional, como Google Scholar y Academic Radiology, también se consultaron entidades regulatorias y profesionales (SERAM, KPMG y SCIELO) y normativas nacionales e internacionales (HIPAA, ISO, RGPD) para asegurar la rigurosidad y actualidad de la información compilada.

### **Establecimiento de Criterios de Búsqueda**

Los criterios de búsqueda de los documentos, se utilizaron palabras clave específicas como: Inteligencia artificial en Radiología, Aprendizaje Automático, Deep Learning, Optimización de Parámetros, Tomografía Computarizada, Redes Neuronales. La búsqueda de la literatura consultada se realizó en español y en inglés. En la que se estableció un rango temporal para los documentos entre los años 2015 y 2025, con el propósito de incluir investigaciones recientes y relevantes, con una excepción puntual (documento de 2007) por su alta relevancia conceptual para el tema.

### **Filtrado y Selección de Documentos Relevantes**

Se realizó una lectura crítica de títulos; resúmenes y palabras clave de los documentos encontrados seleccionando los textos que aportaron información técnica detallada de las evidencias empíricas, discusiones y análisis de normativas, sobre el uso, fiabilidad, seguridad y ética de la IA en el contexto de la optimización de imágenes diagnósticas.

### **Análisis Crítico de la Calidad de los Datos**

Es la evaluación crítica sobre la calidad, diversidad y detalles que se reportan en los estudios para entrenar los modelos de IA, los datos de entrenamiento pueden impactar el rendimiento en la práctica clínica real, la calibración local de los sistemas y el riesgo inherente de sesgos algorítmicos, se considera si los propios estudios abordan las limitaciones relacionadas

con el sesgo de sus datos y algoritmos las estrategias de mitigación empleadas para ponderar la robustez en el contexto de la presente investigación.

### **Síntesis, Integración y Consideraciones Ético-Legales**

La presente investigación se desarrolló respetando los principios éticos fundamentales que rigen la investigación científica en el ámbito de la salud, garantizando la integridad, el rigor académico y el respeto por la información.

Asimismo, se respetaron los principios de autonomía y confidencialidad, asegurando que la información utilizada. El manejo de la información se realizó conforme a la normativa vigente en materia de protección de datos personales y de salud, así como a los lineamientos éticos establecidos para la investigación científica. Además, se respetaron los derechos de autor y propiedad intelectual mediante la correcta citación de las fuentes consultadas, evitando cualquier forma de plagio o uso indebido de la información.

## Resultados de la Investigación

El análisis de la literatura científica seleccionada evidencia de manera consistente que la integración de algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático (Machine Learning, ML) en la imagenología diagnóstica ha generado impactos significativos tanto en la optimización de los parámetros técnicos de adquisición como en la mejora de la calidad diagnóstica, manteniendo una reducción sustancial de la dosis de radiación.

Los estudios revisados coinciden en que modelos basados en Deep Learning (DL), como las Redes Neuronales Convolucionales (CNN), Redes Generativas Antagónicas (GAN), RED-CNN y Deep Neural Networks (DNN), permiten ajustar de forma automatizada variables críticas como el kilovoltaje (kVp), el amperaje (mAs), el tiempo de exposición y el rango de exploración, adaptándolos a las características anatómicas y clínicas individuales del paciente.

Diversas investigaciones reportan reducciones de dosis que oscilan entre el 30 % y el 75% sin comprometer la calidad diagnóstica de las imágenes.

Chen et al. (2017) demostraron que la aplicación de RED-CNN en tomografía computarizada (TC) de dosis baja mejora de manera significativa métricas objetivas de calidad como la relación señal-ruido (PSNR) y el error cuadrático medio (RMSE), preservando la detectabilidad de lesiones. De forma concordante, estudios publicados en *Academic Radiology* (2021–2023) evidencian que las técnicas de reconstrucción y denoising basadas en DL permiten obtener imágenes neurorradiológicas completamente diagnósticas utilizando apenas el 25 % de la dosis convencional, lo que refuerza la aplicabilidad clínica de estos modelos en escenarios reales.

En el ámbito de la neuro radiología, la literatura destaca avances relevantes en resonancia magnética (RM). Muñoz (2022) reporta que el uso de GAN y secuencias aceleradas basadas en IA reduce de manera considerable los tiempos de adquisición, mejorando la experiencia del paciente y la eficiencia operativa de los servicios, aunque subraya la necesidad de una validación clínica rigurosa para evitar la introducción de artefactos sintéticos que puedan inducir errores diagnósticos. Estos hallazgos evidencian que, si bien la IA ofrece beneficios claros, su implementación debe acompañarse de protocolos de control de calidad y supervisión profesional especializada.

En imagenología torácica, Raschio et al. (2021) demostraron que los algoritmos de clasificación basados en CNN alcanzan altos niveles de precisión en la detección de cardiomegalia y patologías pulmonares en radiografías de tórax, reduciendo la dependencia exclusiva de la experiencia subjetiva del operador. De igual manera, Rea-Chamorro (2024) desarrolló modelos de ML para la clasificación de imágenes de cáncer pulmonar, obteniendo resultados prometedores que respaldan el papel de la IA en la medicina personalizada y en el diagnóstico temprano de patologías de alta prevalencia.

En el campo de la oncología, Colmener et al. (2025) evidencian que la integración de IA en modalidades híbridas como PET/CT y PET/RM mejora la precisión diagnóstica y el seguimiento terapéutico, al tiempo que disminuye la necesidad de procedimientos invasivos adicionales. Estos resultados posicionan a la IA como una herramienta estratégica para optimizar no solo la adquisición de imágenes, sino también la toma de decisiones clínicas complejas.

Desde una perspectiva operativa, los estudios revisados coinciden en que la estandarización inteligente de protocolos mediante IA reduce la variabilidad interoperatoria, disminuye la repetición de estudios y optimiza los tiempos de adquisición y procesamiento. Esto

se traduce en una mayor eficiencia de los servicios de radiología, una reducción en el desgaste de los equipos y un uso más racional de los recursos institucionales, con impacto positivo en la sostenibilidad financiera de los sistemas de salud (Guthleben, 2021).

No obstante, los resultados también ponen en evidencia desafíos y limitaciones. Iglesias López (2023) y Katal et al. (2024) señalan que muchos centros de salud presentan retrasos en la adopción de estas tecnologías debido a barreras económicas, falta de infraestructura y escasa formación del personal. Asimismo, se identifican riesgos asociados a sesgos algorítmicos, calidad insuficiente de los datos de entrenamiento y dependencia excesiva de sistemas automatizados sin adecuada supervisión humana, lo que refuerza la necesidad de marcos éticos, regulatorios y de validación clínica estricta.

En el ámbito formativo y profesional, múltiples autores coinciden en que la implementación efectiva de la IA en radiología exige una transformación del rol del tecnólogo y del radiólogo. Insuasti et al. (2022) y Suárez Botero (2025) destacan que estas tecnologías no sustituyen al profesional, sino que demandan competencias avanzadas en análisis crítico, validación de resultados y toma de decisiones éticas. En este sentido, Villalobos-Murillo et al. (2025) resaltan la importancia de incorporar contenidos de IA y ML en la formación académica de los futuros profesionales de la imagenología.

En síntesis, los resultados de la investigación confirman que la integración de la Inteligencia Artificial y el Deep Learning en la práctica radiológica constituye un avance significativo que trasciende la mejora técnica de la imagen. La evidencia científica respalda su contribución directa a la reducción de la dosis de radiación, al fortalecimiento del principio ALARA y a la mejora de la seguridad del paciente, siempre que su implementación se realice bajo criterios de validación clínica, regulación normativa y formación profesional continua.

Estos hallazgos refuerzan la pertinencia de la IA como eje central de la radiología moderna y como herramienta clave para una atención diagnóstica más precisa, segura y eficiente.

## Conclusiones

La investigación confirma que la inteligencia artificial representa un avance decisivo para la modernización y optimización de la radiología diagnóstica. Su capacidad para reducir significativamente la dosis de radiación, mejorar la calidad de imagen y automatizar parámetros técnicos convierte a la IA en una herramienta estratégica para fortalecer la seguridad del paciente y la eficiencia clínica. Los algoritmos de aprendizaje profundo permiten reconstrucciones de alta calidad con dosis bajas, disminuyen la repetición de estudios y estandarizan procedimientos, alineándose con principios legales y éticos como ALARA, la Resolución 482 de 2018 y las recomendaciones de la ICRP. 2007.

Desde una perspectiva formativa, esta investigación evidencia que la integración de la IA en radiología exige profesionales capacitados, críticos y éticamente responsables, capaces de comprender, validar y supervisar el uso de estas tecnologías emergentes. La formulación del proyecto en la Fase 4 fortaleció competencias investigativas, autonomía académica y compromiso ético, consolidando la importancia de la investigación en la formación del tecnólogo en imágenes diagnósticas.

En conclusión, la IA se proyecta como un componente esencial de la radiología del futuro: una radiología más precisa, segura, eficiente y centrada en el bienestar humano. No obstante, su implementación requiere infraestructura adecuada, validación científica continua, bases de datos diversificadas y una sólida capacitación del personal para garantizar que la innovación tecnológica se utilice de manera responsable, equitativa y orientada al mejoramiento de la atención en salud.

## Referencias

- Academic Radiology. (2023). Deep learning-based denoising enables high-quality, fully diagnostic neuroradiological trauma CT at 25% radiation dose.
- Academic Radiology. <https://www.academicradiology.org/article/S1076-6332%2824%2900581-6/fulltext>
- Academic Radiology. (2023). *Deep learning-based denoising enables high-quality, fully diagnostic neuroradiological trauma CT at 25% radiation dose* (Retrospective study 2021–2023).
- Acosta-Jiménez, S., González-Chávez, S. A., Camarillo-Cisneros, J., Pacheco-Tena, C. F., & Ochoa-Albíztegui, R. E. (2023).
- Aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina y la imagenología médica. *Anales de Radiología, México*, 22(2), 130-139.  
[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/101681132/arm\\_23\\_22\\_2\\_130\\_139-libre.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/101681132/arm_23_22_2_130_139-libre.pdf)
- Aguirre, F., Carballo, L., González, X., & Gigirey, V. (2021). Inteligencia artificial aplicada a la imagen médica. *Revista de Imagenología*, 24(2), 9-20.  
<https://www.sriuy.org.uy/ojs/index.php/Rdi/article/view/94>
- Aplicaciones Tecnológicas. (2025). <https://atfisica.com/principio-alara-importancia-riesgos-de-salud-por-radiaciones-ionizantes/>.
- Badillo, F. L., Hernández, C. A. R., Narváez, B. M., & Trillos, Y. E. A. (2021). Redes neuronales convolucionales: un modelo de Deep Learning en imágenes diagnósticas. *Revista Colombiana de Radiología*, 32(3), 5591-5599.  
<https://rcr.acronline.org/index.php/rcr/article/view/161>

Blanco Carrascal, N. (2022). *Instructivo Normas APA Séptima Edición UNAD*. Calaméo.

<https://www.calameo.com/books/00652484500cc65224e86>

Brand, C. R., et al. (2025). Optimización de parámetros de imagen basada en IA y aprendizaje automático.

Brenner, D. J., & Hall, E. J. (2007). Computed tomography: An increasing source of radiation exposure. *New England Journal of Medicine*, 357(22), 2277-2284.

<https://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMra072149> [Diplomado de profundización para grado]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/68471>

Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt, E. M., & Boone, J. M. (2019). *The essential physics of medical imaging*. Lippincott Williams & Wilkins.

<https://books.google.com.co/books?id=tqM8IG3f8bsC>

Caicedo Martínez, O. H., Aldana Ramírez, C. A., & Hernández Suarez, C. (2009).

Casanova Alvarado, J. S., Muñoz Meneses, R. M., Almario Díaz, J. A., & Cabrera Río, C. P. (2023). *Trabajo final grupo 29 – Seminario de investigación*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Castro Acuña, D. (2023). *Calidad de Imagen en TC*. Chile.

Chen, H., Zhang, Y., Kalra, M. K., Lin, F., Chen, Y., Liao, P., & Wang, G. (2017). *Low-dose CT with a residual encoder-decoder convolutional neural network*. *IEEE Transactions on Medical Imaging*,

Colmener, L., Torres, M., Zúñiga, S., Bernal, L., León, M., Lupera, H., & Bowles, H. (2025).

Inteligencia artificial en PET/CT y PET/RM en oncología: Los cuatro escenarios. *Revista*

Venezolana de Oncología, 5(1), 45-56. [https://revista.oncologia.org.ve/wp-content/uploads/2025/01/RVO-2025-37-1\\_.pdf#page=12](https://revista.oncologia.org.ve/wp-content/uploads/2025/01/RVO-2025-37-1_.pdf#page=12)

Deep Learning Image Reconstruction for CT: Technical Principles and Clinical Prospects

González, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital image processing* (4th ed.). Pearson.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.

[https://scholar.google.com.co/scholar?q=Goodfellow,+I.,+Bengio,+Y.,+%26+Courville,+A.+\(2016\).+Deep+Learning.+MIT+Press](https://scholar.google.com.co/scholar?q=Goodfellow,+I.,+Bengio,+Y.,+%26+Courville,+A.+(2016).+Deep+Learning.+MIT+Press)

Guerra, J. S. A., & Martínez, M. J. C. (2022). Optimización de los parámetros de adquisición para la radiografía de tórax en el Centro de Imagenología del Hospital Clínico de la Universidad de Chile. *Revista Chilena de Radiología*, 28(3), 133-140.

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/200766>

Guthleben, M. (24 de agosto de 2021). *Radiology Oncology Systems*. Recuperado el febrero de 2025, de <https://www.oncologysystems.com/es/blog/artificial-intelligence-the-next-step-toward-safer-clearer-ct-imaging/>

Heriberto, L. (2008). Las Ondas de Radicación Electromagnetica Extraordinaria Fuerza Invisible. *CIENCIA UNEMI*.

Hernández Cruz, V. E., Atara Poveda, Y. M., Marín Idárraga, D. A., & Buenaventura Monsalve, J. A. (s.f.). *Marco teórico*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/42809>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28622671/>

<https://www.academicradiology.org/article/S1076-6332%2824%2900581-6/fulltext>

<https://www.cl72.org/090imagePLib/books/Gonzales,Woods->

[Digital.Image.Processing.4th.Edition.pdf](#)

<https://www.studocu.com/co/document/universidad-del-magdalena/metodologia-de-la-investigacion/fases-y-etapas-en-el-proceso-de-investigacion/100862235>

<https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-abierta-y-a-distancia/seminario-de-investigacion/trabajo-final-grupo-29/67853838>

Iglesias López, D. (2023). Impacto de la inteligencia artificial en la radiología. *Revista Cubana de Informática Médica*, 15(1), 1-12. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592023000100013&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1684-18592023000100013&script=sci_arttext)

Insuasti, A. R. J., Bermudez, R. K. S., Manrique, P. A. N., Palma, H. D. A. C., & de la Hoz, B. B. (2022). La era de la inteligencia artificial radiológica. *Scientific and Education Medical Journal*, 2(1), 85-100.

International Commission on Radiological Protection (ICRP). (2007). *The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. ICRP Publication 103. Elsevier.

<https://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103>

Katal b, S., York a, B., & Gholamrezanezhad a, A. (2024). AI in radiology: From promise to practice – A guide to effective integration. *European Journal of Radiology*.

Machado Acuña, F., Salas Blanco, R., & Rivero Pons, B. E. (2023). Consideraciones teóricas sobre la radiografía digital como medio diagnóstico. *MEDISAN*, 27(4).

Ramírez, E. (2023). *Fases y etapas del proceso de investigación: Análisis detallado*. Universidad del Magdalena.

Rincón Quintero, A., Benavides, E., & Fuentes Díaz, H. (2021). *Fase 3 Parte II: Proyecto aplicado Grupo 18*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

<https://www.studocu.com/co/document/universidad-nacional-abierta-y-a-distancia/disenio-de-proyectos/fase-3-parte-ii-proyecto-aplicado-grupo-18/26999329>

Serenity Star. (2025). Obtenido de Qué son las redes neuronales convolucionales y su importancia en la IA: <https://serenitystar.ai/es/blog/redes-neuronales-convolucionales>

Suárez Botero, M. L. (2025). Reconocimiento del impacto de la inteligencia artificial aplicada en el rol del tecnólogo en radiología. *Revista UNAD Salud*, 18(2), 76-84.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/70617>

Vallejo López, A. B., Cárdenas Jarrin, K. M., Goosdenovich Campoverde, D. A., Chila Vallejo, R. M., Aguagallo, V., Rodolfo, F., & Ramírez Moran, L. D. (2018). *Introducción a la imagenología*. Ecuador: Mawil Publicaciones.

doi:10.26820/mawil/introducción/a/la/imagenología/978-9942-787-28-6

Villalobos-Murillo, J., Garita-González, G., & Alfaro Ramírez, B. J. (2025). Desarrollo de competencias: Inteligencia artificial y aprendizaje automático en prácticas supervisadas de estudiantes en computación. *Uniciencia*, 39(1), 32-50.

[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702025000100032&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-34702025000100032&script=sci_arttext)