

**Optimización de parámetros en tomografía computarizada con inteligencia artificial:  
comparativa de algoritmos para mejorar imagen y reducir radiación**

Alejandra Carolina Rojas Gómez

Eliana Camargo Reyes

Emilce Patarroyo Rosas

Karen Milena Torres Joya

Mayerly Andrea Castaño Aguirre

Asesor

Víctor Julio Vargas

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2024

## **Dedicatoria**

Estimados tutores, queremos expresar nuestro sincero reconocimiento por su valiosa guía y orientación a lo largo del desarrollo de este trabajo. Su dedicación y apoyo han sido esenciales para la realización de esta tesis, y les estamos enormemente agradecidos por ello.

Dedicamos este trabajo a cada una de nuestras familias, por su amor incondicional, apoyo constante y por enseñarnos el verdadero valor del esfuerzo y la dedicación. Gracias por ser nuestra fuente de inspiración en cada paso de este recorrido.

Este trabajo está dedicado a todas las personas que, con su ejemplo de esfuerzo y perseverancia, nos han inspirado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. A quienes, con su confianza en nosotras, nos impulsaron a alcanzar este objetivo. Este logro es un reflejo del apoyo y la motivación que siempre nos brindaron.

Este trabajo está dedicado a nosotras, como grupo, por el esfuerzo, la dedicación y la colaboración que hemos compartido a lo largo de este proyecto. A pesar de los retos y dificultades, hemos logrado mantenernos unidas, apoyándonos mutuamente en todo momento. Este logro es el resultado de nuestra determinación y trabajo en equipo, que nos ha permitido superar cada obstáculo juntas.

Finalmente, dedicamos este logro a todas las personas que nos ofrecieron su apoyo y sabios consejos durante este proceso, los cuales fueron fundamentales para alcanzar nuestras nuestros objetivos.

## **Agradecimientos**

Deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido clave en la realización de este trabajo de grado. En primer lugar, a nuestra directora Edna, por su invaluable orientación, sabiduría y dedicación durante este proceso. Su acompañamiento constante ha sido crucial para nuestro crecimiento académico y personal.

Agradecemos a nuestras familias por ser el pilar que nos ha dado fuerzas para continuar en cada desafío. Su amor, comprensión y apoyo incondicional nos han permitido seguir adelante, día tras día, superando obstáculos y logrando este importante hito.

Extendemos nuestro agradecimiento a nuestros amigos más cercanos, por su compañía y apoyo inquebrantable. Este logro también es suyo, ya que su presencia ha sido fundamental en los momentos más difíciles y de mayor incertidumbre.

Este proyecto simboliza no solo un logro académico, sino también un homenaje a quienes confiaron en nosotras y a aquellos cuya influencia ha sido fundamental en nuestro crecimiento personal y académico. Una vez más, expresamos nuestro más sincero agradecimiento por su respaldo y compromiso durante este desafiante proceso.

Este trabajo no solo simboliza un logro académico, sino también un homenaje a aquellos que confiaron en nosotras y a quienes han dejado una huella significativa en nuestro recorrido personal y académico. Agradecemos profundamente su apoyo y dedicación durante todo este proceso.

## Resumen

Esta investigación explora el impacto de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático en la optimización de parámetros de imagen en tomografía computarizada (TC), un enfoque innovador que busca mejorar la calidad de las imágenes diagnósticas y reducir la dosis de radiación administrada a los pacientes. En el ámbito de la radiología, la calidad de imagen es esencial para obtener diagnósticos precisos y reducir los errores, lo cual depende en gran medida de parámetros de adquisición, tales como el voltaje, el amperaje y la resolución. Además, se enfoca en cómo los algoritmos de IA pueden ajustar de manera automática estos parámetros, basándose en factores específicos como el tipo de patología y las características individuales del paciente, logrando un equilibrio entre calidad de imagen y seguridad. A través del análisis de literatura se identifican y discuten los avances en el uso de IA para la optimización en TC. Los algoritmos de IA permiten la minimización de artefactos y el ajuste preciso de parámetros, lo cual eleva la precisión diagnóstica y optimiza el flujo de trabajo en entornos clínicos al reducir estudios adicionales. Así, la IA además de mejorar los procesos de adquisición de imágenes, contribuye a personalizar el diagnóstico médico y la adaptación de protocolos a los pacientes, incrementando la eficiencia y seguridad en radiología. Por tanto, se subraya el potencial transformador de la IA en la radiología, destacando su capacidad para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia en la atención al paciente. Sin embargo, es necesario abordar de forma proactiva los desafíos asociados, como aspectos éticos, seguridad, y la formación continua de los profesionales en el uso de IA, para asegurar su correcta integración en la práctica clínica y consolidar la confianza en esta tecnología en el ámbito de la salud.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial, optimización de imágenes, control de calidad, radiología, diagnóstico.

## Abstract

This research explores the impact of artificial intelligence (AI) and machine learning on the optimization of image parameters in computed tomography (CT), an innovative approach aimed at improving the quality of diagnostic images and reducing the radiation dose administered to patients. In the field of radiology, image quality is essential for obtaining accurate diagnoses and reducing errors, which largely depends on acquisition parameters such as voltage, amperage, and resolution. This work focuses on how AI algorithms can automatically adjust these parameters based on specific factors of each study, such as the type of pathology and individual patient characteristics, achieving a balance between image quality and safety. Through the analysis of recent literature on scientific platforms, the most important advances in the use of AI for optimization in CT are identified and discussed. AI algorithms allow for the minimization of artifacts and the precise adjustment of parameters, which not only enhances diagnostic accuracy but also optimizes workflow in clinical settings by reducing the need for additional studies. The findings of this research highlight that AI, in addition to improving image acquisition processes, contributes to the personalization of medical diagnoses and the adaptation of protocols to patients, thus increasing efficiency and safety in radiology. In summary, this work underscores the transformative potential of AI in radiology, highlighting its ability to improve both diagnostic accuracy and efficiency in patient care. However, it also calls for proactively addressing associated challenges, including ethical considerations, safety issues, and the ongoing training of professionals in the use of AI, to ensure its proper integration into clinical practice and to build trust in this technology within the healthcare sector.

**Keywords:** Artificial intelligence, image optimization, quality control, radiology, diagnosis.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	9
Planteamiento del Problema .....	10
Justificación .....	12
Objetivos .....	14
Objetivo General .....	14
Objetivos Específicos.....	14
Marco Teórico.....	15
Metodología .....	22
Tipo de Estudio .....	22
Tema de Estudio .....	22
Técnica de Recolección .....	22
Fase 1 .....	23
Fase 2 .....	24
Fase 3 .....	24
Desarrollo del Proyecto.....	25
Conclusiones .....	30
Referencias Bibliográficas .....	31

**Lista de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Comparación de Algoritmos</i> .....	28
---	----

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Matriz de la Imagen</i> .....	16
<b>Figura 2</b> <i>Blurring CT Medical Images Using a new Modification</i> .....	17
<b>Figura 3</b> <i>Imagen Degradada con PSF de Movimiento, 1% de Ruido y sus Restauraciones</i> .....	17
<b>Figura 4</b> <i>Filtrado Adaptativo</i> .....	18
<b>Figura 5</b> <i>Filtrado Adaptativo</i> .....	19

## Introducción

La tomografía computarizada (TC) se ha convertido en un medio esencial para el diagnóstico médico, brindando imágenes precisas que permiten evaluar diversas condiciones internas del cuerpo humano. No obstante, uno de los principales retos que enfrenta esta tecnología es lograr un balance entre la calidad de las imágenes y la dosis de radiación a la que se exponen los pacientes. Igualmente, el perfeccionamiento de los factores de adquisición, como el voltaje (kV), la corriente (mA) y el tiempo de exposición, es fundamental para garantizar imágenes diagnósticas de alta calidad.

En este contexto, la inteligencia artificial ha surgido como una solución innovadora que promete mejorar considerablemente los procesos de adquisición y análisis de imágenes en TC. Así, la investigación actual se centra en la optimización de parámetros en tomografía computarizada mediante inteligencia artificial, con una comparativa de algoritmos para mejorar la calidad de la imagen y reducir la exposición a la radiación. Por lo tanto, este estudio busca analizar y comparar distintos algoritmos avanzados, como el Deblurring (desenfoque), el filtrado adaptativo y el AIDR 3D, con el objetivo de determinar cuál ofrece los mejores resultados en calidad de imagen diagnóstica y en la minimización de la exposición a la radiación.

## Planteamiento del Problema

La tomografía computarizada (TC) se ha consolidado como una herramienta esencial en el diagnóstico médico, permitiendo obtener imágenes detalladas de las estructuras internas del cuerpo humano (Sánchez, 2022). Sin embargo, uno de los desafíos constantes en su utilización es equilibrar la calidad de las imágenes obtenidas con la dosis de radiación a la que se expone al paciente. En este sentido, la optimización de los parámetros de adquisición, como voltaje (kV), corriente (mA) y tiempo de exposición, es fundamental (Rodríguez y Pérez, 2019). No obstante, estos parámetros se ajustan principalmente de forma manual y dependen de la experiencia del tecnólogo, lo cual puede llevar a una exposición subóptima y no adaptada a las particularidades del paciente ni a los requisitos específicos del estudio. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) ha emergido como una solución innovadora para optimizar los parámetros de TC, mejorando la calidad de las imágenes y reduciendo la dosis de radiación.

La optimización de parámetros en TC mediante IA representa un área de interés creciente, especialmente en cuanto a la comparativa de algoritmos avanzados como Deblurring (Desenfoque), filtrado adaptativo y AIDR 3D. Estos algoritmos han demostrado potencial en la mejora de la calidad de imagen y la minimización de artefactos, sin embargo, es crucial determinar cuál de ellos ofrece los mejores resultados en términos de reducción de radiación y claridad diagnóstica. Según el estudio de (Jones et al., 2022), la implementación de algoritmos de desenfoque ha permitido una mejora significativa en la nitidez de las imágenes, aunque con variaciones en la dosis de radiación requerida. Asimismo, investigaciones de Smith (2021) destacan la eficacia del filtrado adaptativo en la reducción de ruido, manteniendo una dosis de radiación óptima. Por otro lado, el algoritmo AIDR 3D, como menciona Lee (2020), ofrece una

reducción considerable de la radiación, pero su impacto en la calidad de la imagen requiere una evaluación más detallada.

La necesidad de una comparativa exhaustiva de estos algoritmos se fundamenta en la búsqueda de un equilibrio óptimo entre la calidad de imagen y la dosis de radiación. La implementación de técnicas de IA en la optimización de parámetros de TC tiene el potencial de revolucionar el campo de la radiología, ofreciendo beneficios tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud. La presente investigación se centrará en evaluar y comparar la eficacia de los algoritmos Deblurring, filtrado adaptativo y AIDR 3D, en términos de resolución de imagen, reducción de artefactos y dosis de radiación administrada.

Es esencial considerar no solo el rendimiento técnico de estos algoritmos, sino también su aplicabilidad clínica y su impacto en la seguridad del paciente. Tal como lo señala el estudio de González et al. (2023), la validación de algoritmos de IA en contextos clínicos requiere una evaluación rigurosa, considerando factores como la variabilidad en los protocolos de TC y la diversidad de condiciones clínicas. En consecuencia, esta investigación no solo aportará datos técnicos relevantes, sino que también ofrecerá una perspectiva integral sobre la implementación segura y eficaz de IA en la optimización de parámetros de TC.

El planteamiento del problema de la investigación se centra en la comparativa de algoritmos de IA para la optimización de parámetros en tomografía computarizada, con el objetivo de mejorar la calidad de las imágenes y reducir la dosis de radiación. Este estudio pretende establecer una base sólida para el uso seguro y eficaz de la IA en radiología, contribuyendo a la mejora de la práctica clínica y ofreciendo beneficios tangibles tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud.

## Justificación

Desde el punto de vista teórico estamos realizando esta investigación a pesar de que ya existen otros estudios con este tema el uso de algoritmos de inteligencia artificial (IA) en la optimización de parámetros de adquisición de imágenes en tomografía computarizada (TC) se fundamenta en la necesidad de mejorar la calidad de las imágenes mientras se minimiza la dosis de radiación administrada a los pacientes (Melo et al., 2024).

La tomografía computarizada es un recurso diagnóstico necesario que permite obtener imágenes específicas del cuerpo humano. Es por eso que uno de los principales retos es optimizar la calidad de imágenes con la dosis de radiación que recibe el paciente. Por consiguiente, la exposición a la radiación ionizante puede tener efectos a largo plazo, visto de esta forma se hace esencial establecer estrategias que minimicen esta exposición sin modificar la calidad de la imagen diagnóstica.

Con la incorporación de los algoritmos de la IA para optimizar los parámetros de adquisición en TC, como el voltaje (Kv) corriente (mA) y tiempo de exposición, representa un avance relevante. Estos algoritmos pueden automatizar el ajuste de parámetros, permitiendo reducir la dosis de radiación administrada y mejorando la calidad de la imagen.

Por lo tanto, la necesidad de comparar diferentes algoritmos, como Deblurring, filtrado adaptativo y AIDR 3D, son fundamentales para establecer cuál proporciona los mejores resultados en calidad de imagen y reducción de la radiación. De este modo la optimización mediante la IA permite varios beneficios:

Diagnósticos clínicos concretos : al usar los algoritmos de la IA se puede reducir la dosis de radiación requerida para obtener imágenes diagnósticas de alta calidad, así se mejora la seguridad del paciente, facilita la obtención de diagnósticos con más precisión de manera

oportuna lo cual es de gran ayuda para los médicos generales , especialistas ,estudiante y residentes para realizar un buen tratamiento a las diferentes patologías también permite que se realice una atención de manera más rápida y eficiente en pro y beneficio de los pacientes.

Reducción de costos y carga laboral: con el uso de los algoritmos de IA se puede automatizar tareas que ocupan mucho tiempo y mejora los tiempos de atención al paciente también disminuye la carga laboral a los tecnólogos y radiólogos.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar diferentes algoritmos de inteligencia artificial utilizados en la optimización de parámetros de adquisición de imágenes en tomografía computarizada.

### **Objetivos Específicos**

Realizar un análisis de los distintos algoritmos de IA aplicados en la optimización de parámetros en TC, enfocándose en su impacto en la calidad de imagen y la reducción de dosis de radiación.

Identificar los principales desafíos y limitaciones que presenta la implementación de algoritmos de IA en la optimización de parámetros en TC, con énfasis en la mejora de calidad de imagen y reducción de dosis.

Comparar la eficacia de diversos algoritmos de IA en la adaptación de los parámetros de adquisición, tomando en cuenta las características del paciente y el tipo de estudio.

## Marco Teórico

La tomografía computarizada (TC) revolucionó la medicina al ofrecer imágenes detalladas en cortes transversales de las estructuras internas del cuerpo. Su desarrollo en los años 70 por Godfrey Hounsfield y Allan Cormack condujo a la captura de la primera imagen tomográfica del cerebro en 1971, utilizando rayos X para reconstruir imágenes tridimensionales. Este avance mejoró el diagnóstico médico al permitir una visualización precisa de estructuras intracraneales y tumores. En 1979, estos autores recibieron el Premio Nobel de Medicina por su contribución. Desde entonces, la TC ha evolucionado con mejoras en hardware y algoritmos, logrando una calidad de imagen superior y reduciendo la dosis de radiación, siendo una herramienta clave en el diagnóstico clínico en neurología y oncología (Ortega y Socolsky, 2012).

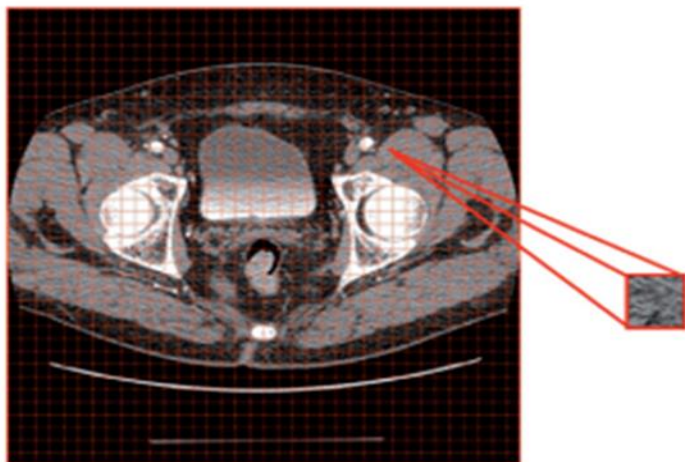
En la actualidad, los algoritmos de inteligencia artificial (IA) han introducido nuevos enfoques para la optimización de imágenes en TC, ayudando la reducción de dosis de radiación y la mejora de la calidad de imagen (Hernández et al., 2022). Los algoritmos de IA permiten ajustar en automático parámetros de adquisición, como: voltaje, corriente y tiempo de exposición, adaptándose a rasgos específicos del paciente y tipo de estudio. Este ajuste asegura que cada examen se realice con parámetros personalizados, mejorando la calidad diagnóstica de las imágenes sin necesidad de aumentar la exposición a radiación (Aguirre et al., 2021).

La transformación del haz de rayos X en imágenes se lleva a cabo mediante algoritmos de reconstrucción. Uno de los más comunes en la tomografía computarizada es la transformada de Radón, que convierte los datos de proyección desde múltiples ángulos en una representación bidimensional de la sección transversal del cuerpo. Este proceso genera píxeles, las unidades básicas de la imagen bidimensional, cada píxel representa un área específica y se asigna un valor que corresponde a la atenuación de los rayos X al atravesar los tejidos (Costas y Soria, 2015).

Para la creación de imágenes tridimensionales, se utiliza una representación llamada vóxel, que puede considerarse como un píxel en tres dimensiones. A diferencia de un píxel, esta unidad volumétrica tiene en cuenta el volumen de un tejido, ofreciendo así una representación más completa de las estructuras internas del cuerpo (Costas y Soria, 2015).

### Figura 1

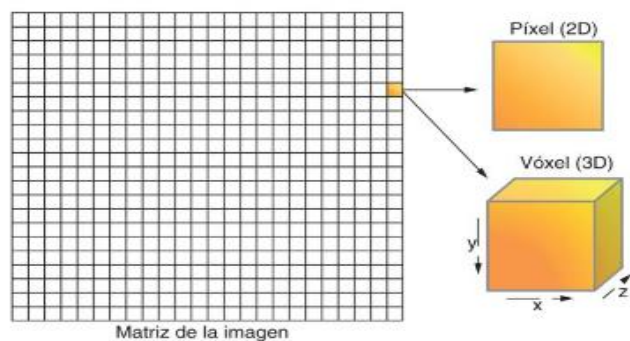
*Matriz de la Imagen*



*Nota.* Algoritmos de reconstrucción multiplanar en imagen TC. *Fuente.* Costa y Soria (2015)

### Figura 2

*Matriz, Pixel y Vóxel*

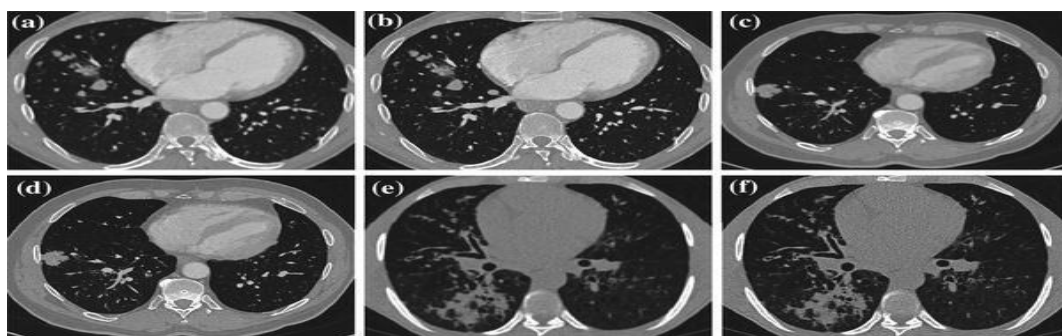


*Nota.* Algoritmos de reconstrucción multiplanar en imagen TC. *Fuente.* Costa y Soria (2015)

Los algoritmos de IA en TC han demostrado ser efectivos en la eliminación de artefactos, que son distorsiones que pueden comprometer la calidad diagnóstica. Estos algoritmos pueden detectar patrones específicos de artefactos, como diseñado para corregir imágenes borrosas, incluyendo aquellas afectadas por movimiento. Estos algoritmos estiman la función de dispersión del punto (PSF) que causó el desenfoque y la utilizan para restaurar la imagen (Cueto, 2024).

## Figura 2

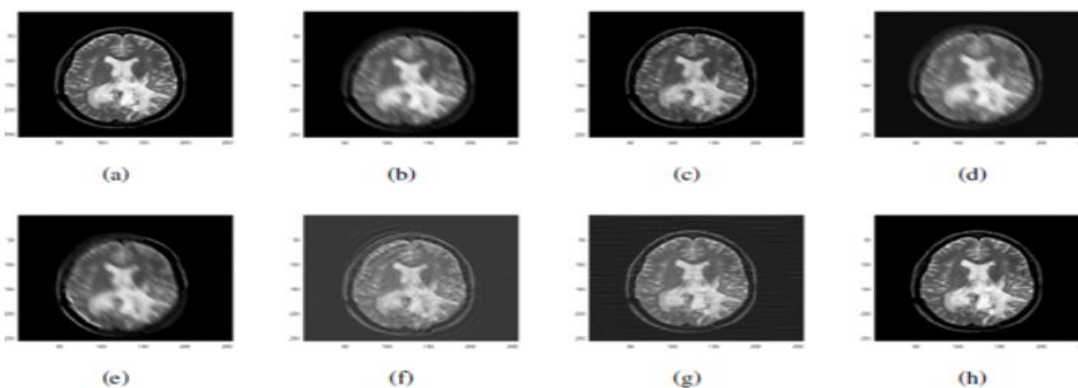
### *Blurring CT Medical Images Using a new Modification*



Fuente. Al-Ameen y Sulong (2015).

## Figura 3

### *Imagen Degradada con PSF de Movimiento, 1% de Ruido y sus Restauraciones*



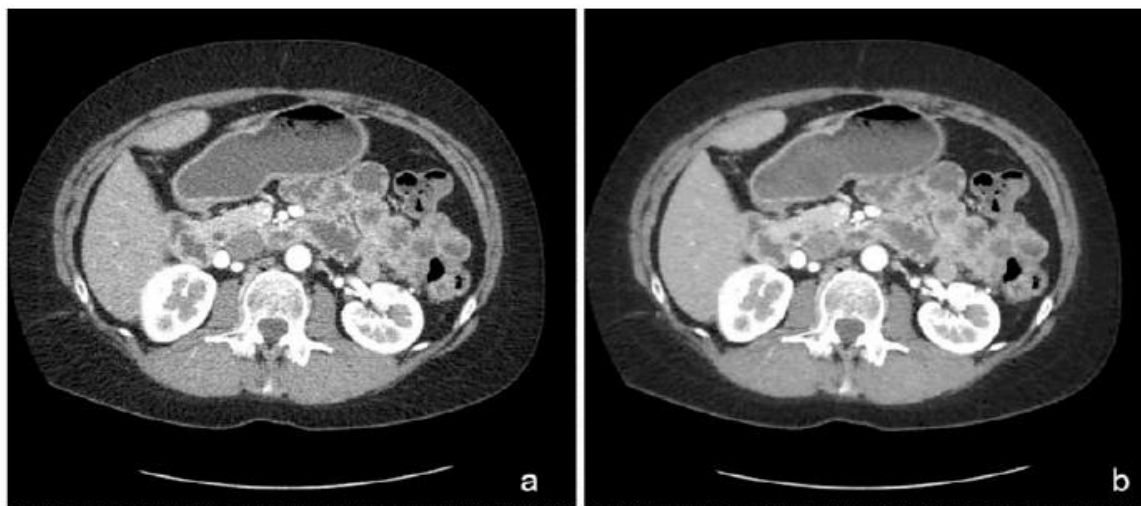
Nota. (a) Original, (b) Borrosa, (c) Restaurada con Lucy-Richardson, (d) Restaurada con deconvolución de Wiener, (e) Restaurada con deconvolución ciega, (f) Restaurada con BDNSM,

(g) Restaurada con regularización de Tikhonov, (h) Restaurada con método propuesto. *Fuente.* Fuentes y Ruiz (2021).

Adicionalmente, Ramírez et al. (2010) señalan que el Filtrado Adaptativo puede ser utilizado para reducir el efecto del desenfoque en las imágenes obtenidas por TC. El Filtrado Adaptativo ajustan sus parámetros según las características locales, mejorando los bordes y reduciendo el ruido, optimizando así la calidad de la imagen sin aumentar la dosis o nivel de radiación.

#### **Figura 4**

##### *Filtrado Adaptativo*



*Nota.* (a) imagen original; (b) imagen tras aplicar la FBA. Se observa una disminución del ruido de aproximadamente el 50%, manteniendo claramente las estructuras bajo contraste y los bordes en la imagen filtrada. *Fuente.* Ramírez et al. (2010).

## Figura 5

### *Filtrado Adaptativo*



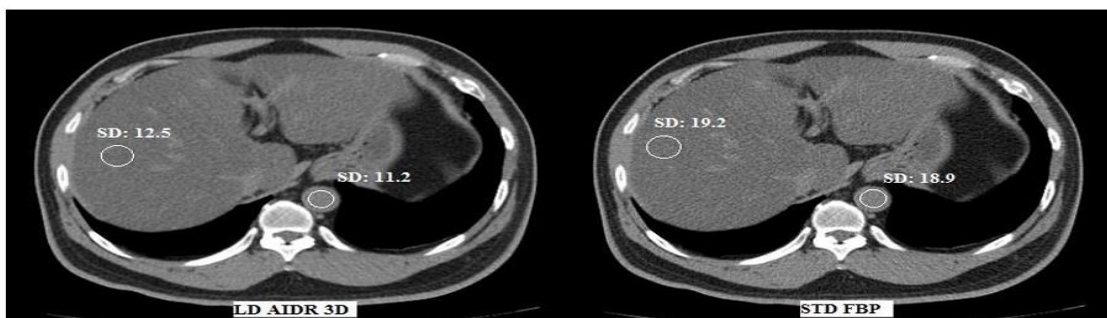
*Nota.* a) imagen coronal original con ruido. B) Estudio filtrado con ventana. C) Estudio filtrado con ventana. *Fuente.* Ramírez et al. (2010).

López y García (2017) dicen que AIDR 3D es una tecnología aplicada en TC que integra algoritmos de reconstrucción iterativa con métodos de reducción de dosis, buscando optimizar la calidad de las imágenes y reducir la exposición del paciente a la radiación. AIDR 3D ajusta automáticamente los parámetros del escáner y emplea técnicas avanzadas para mejorar el contraste y disminuir el ruido en las imágenes, lo cual contribuye a diagnósticos más precisos.

## Figura 7

*Comparación de la Calidad de Imagen Objetiva Reconstruida con (a) LD AIDR 3D y (b) STD*

*FBP*



*Fuente.* López y García (2017).

Este estudio se centra en la evaluación comparativa de distintos algoritmos de IA para optimizar los parámetros de adquisición en tomografía computarizada (TC). La literatura especializada destaca varios algoritmos de IA, como los basados en "Deblurring" (corrección de desenfoque), el Filtrado adaptativo y AIDR 3D. El algoritmo de corrección de desenfoque está diseñado para reducir el efecto de movimiento, ya sea del paciente o del equipo, durante la captura de imágenes, aplicando técnicas avanzadas de procesamiento que restauran la claridad.

El Filtrado adaptativo, por su parte, ajusta los parámetros en función de las particularidades del escaneo, mejorando la calidad de la imagen sin incrementar la dosis de radiación. Por otro lado, AIDR 3D, o Reducción de Dosis Iterativa Adaptativa 3D, emplea algoritmos iterativos que optimizan la calidad de imagen mientras disminuyen la exposición a la radiación, adaptándose a la anatomía del paciente. Métodos emergentes, han mostrado eficacia en mejorar la resolución y reducir el ruido, representando un avance importante en la adquisición de imágenes médicas. Este análisis comparativo no solo busca identificar el algoritmo más efectivo en cuanto a calidad y eficiencia, sino también entender cómo cada uno puede contribuir a entornos clínicos más seguros y efectivos.

Además de la optimización de parámetros de adquisición, los algoritmos de IA en TC muestran un potencial significativo en aplicaciones clínicas. La mejora de la calidad de imagen a dosis reducidas ha permitido un diagnóstico más temprano en áreas como oncología y neurología, donde la precisión en la imagen es clave para detectar tumores y otras lesiones. Los algoritmos avanzados facilitan también la segmentación automática de estructuras anatómicas y lesiones, optimizando la planificación quirúrgica y la radioterapia. La IA, además, permite el análisis de datos longitudinales para evaluar la progresión de enfermedades, lo que respalda tanto el seguimiento clínico como la personalización de tratamientos.

En aplicaciones clínicas, los algoritmos de IA en TC ofrecen mejoras notables, desde el perfeccionamiento en la calidad de imagen diagnóstica hasta el análisis predictivo de la progresión de enfermedades.

## **Metodología**

### **Tipo de Estudio**

El presente estudio es de carácter descriptivo-comparativo, ya que se enfoca en describir detalladamente y comparar los algoritmos de inteligencia artificial (IA) Deblurring, filtrado adaptativo y AIDR 3D en tomografía computarizada (TC) para optimizar la calidad de imagen y reducir la dosis de radiación, sin intervención experimental directa. El enfoque descriptivo explora las características y el funcionamiento de estos algoritmos en la optimización de parámetros, mientras que el aspecto comparativo evalúa sus diferencias y similitudes en cuanto a efectividad, facilidad de implementación y seguridad, identificando cuál resulta más eficiente para mejorar la imagen y minimizar la exposición.

### **Tema de Estudio**

Optimización de Parámetros en Tomografía Computarizada con Inteligencia Artificial: Comparativa de Algoritmos para Mejorar Imagen y Reducir Radiación.

### **Técnica de Recolección**

Se llevará a cabo una búsqueda exhaustiva de datos en buscadores académicos de investigación científica, como Radiology, Revista de Innovación en Salud, PubMed, Scielo, ScienceDirect y Elsevier. Se seleccionarán aproximadamente 20 artículos relevantes para el estudio, descartando aquellos que estén duplicados, que no se relacionen con la temática o que carezcan de respaldo científico adecuado.

Este proyecto de investigación tiene un carácter descriptivo, ya que incluye una revisión de diversas fuentes de información, como revistas indexadas y artículos científicos. Además, la metodología descriptivo-comparativa permitirá observar y analizar los eventos en su contexto

original, sin realizar manipulación alguna, lo que facilita una comparación detallada entre los elementos estudiados para identificar diferencias y similitudes.

Se emplearán diversas técnicas de recopilación y análisis, tales como revisiones sistemáticas y estudios comparativos. Estas técnicas permitirán identificar patrones y tendencias en el rendimiento de la IA aplicada en radiología, así como evaluar cambios en los beneficios y en las técnicas implementadas. A través de la recopilación de evidencia científica, se busca comprender el impacto actual de la IA y también identificar áreas con potencial de mejora para optimizar la práctica radiológica.

Además, la metodología incluirá enfoques específicos, como la validación cruzada y el desarrollo de guías y estándares de calidad para la implementación de algoritmos de IA en entornos clínicos. Estas guías servirán como marco normativo, asegurando la eficacia, seguridad y fiabilidad de los sistemas de IA, promoviendo la transparencia en los resultados. La implementación de estos estándares es fundamental para establecer una práctica radiológica que garantice tanto la seguridad del paciente como la precisión diagnóstica.

Para el desarrollo de las fases, se tomarán como referencia las directrices establecidas desde el inicio de la investigación, que servirán como guía para abordar y responder la pregunta inicial.

### ***Fase 1***

Se realizará una revisión exhaustiva de la literatura científica sobre los distintos algoritmos de inteligencia artificial (IA) aplicados en la optimización de parámetros en tomografía computarizada (TC). Esta revisión se centrará en el impacto de los algoritmos Deblurring, filtrado adaptativo y AIDR 3D en la mejora de la calidad de imagen y la reducción de la dosis de radiación. Se identificarán las bases de datos más confiables y relevantes para la

investigación, como Redalyc, Google Académico, Scielo, Elsevier, Dialnet, E-biblioteca y PubMed, y se recopilarán artículos y publicaciones relevantes.

### ***Fase 2***

Se seleccionarán documentos científicos que aborden la implementación de algoritmos de IA en la optimización de parámetros de imágenes en TC. Los artículos se clasificarán en categorías, tales como control de calidad, detección de artefactos y aplicaciones de IA en radiología. Se elaborará un informe que resuma los principales desafíos y limitaciones en la implementación de estos algoritmos, con ejemplos específicos y siguiendo el formato de referencia APA.

### ***Fase 3***

Se examinará la efectividad de los algoritmos Deblurring, filtrado adaptativo y AIDR 3D en la modificación de los parámetros de adquisición en tomografía computarizada. Este análisis considerará características específicas, como la edad, el peso y el tipo de estudio requerido. Se identificará y seleccionará información relevante sobre algoritmos pertinentes, evaluando su efectividad en la modificación de parámetros como el voltaje del tubo de rayos X y la duración de la exposición. Finalmente, se elaborará un informe o presentación que sintetice los hallazgos del estudio, resaltando la eficacia de los algoritmos analizados en la mejora de la calidad de imagen y en la disminución de la dosis de radiación, con el fin de apoyar la práctica clínica en tomografía computarizada.

## Desarrollo del Proyecto

Durante esta investigación, titulada "Optimización de Parámetros en Tomografía Computarizada con Inteligencia Artificial: Comparativa de Algoritmos para Mejorar Imagen y Reducir Radiación", se analiza y compara la eficacia de distintos algoritmos de inteligencia artificial (IA) aplicados a la tomografía computarizada (TC) en la optimización de parámetros de imagen, con el objetivo de mejorar la calidad visual de los estudios y reducir la dosis de radiación al paciente. A través de una exhaustiva revisión de la literatura, se evaluaron técnicas de IA como AIDR 3D, Filtrado Adaptativo y algoritmos de corrección de desenfoque (Deblurring).

El objetivo general de esta investigación es analizar y comparar los diferentes algoritmos de inteligencia artificial utilizados en la optimización de parámetros de adquisición de imágenes en tomografía computarizada, específicamente AIDR 3D, Filtrado Adaptativo y algoritmos de corrección de desenfoque (Deblurring). Para alcanzar este objetivo, se realizó un análisis detallado de cómo estos algoritmos impactan en la calidad de imagen y la reducción de dosis de radiación. Además, se identificaron los principales desafíos y limitaciones en la implementación de estos algoritmos, con énfasis en problemas como la alta capacidad computacional requerida y la variabilidad clínica que puede influir en los resultados, como el tipo de paciente y el protocolo de adquisición. Finalmente, se compararon las eficiencias de los algoritmos, tomando en cuenta las características del paciente y el tipo de estudio, para determinar cuál ofrece los mejores resultados en distintos contextos clínicos, con el fin de optimizar el balance entre calidad de imagen y reducción de radiación.

En la primera fase, cada integrante del grupo realizó una búsqueda exhaustiva de al menos cinco artículos de investigación publicados en revistas científicas, con el objetivo de

respaldar nuestra investigación. Los artículos seleccionados se enfocaron en el uso de algoritmos de inteligencia artificial (IA) aplicados a la optimización de parámetros en tomografía computarizada (TC), especialmente aquellos que abordan el impacto en la calidad de imagen y la reducción de dosis de radiación.

Los algoritmos analizados incluyen AIDR 3D (Adaptive Iterative Dose Reduction in 3D), Filtrado Adaptativo y técnicas de Deblurring (deconvolución), los cuales han demostrado contribuir significativamente a la mejora de la calidad de las imágenes y a la reducción de la dosis de radiación en TC. A continuación, se presentan los detalles clave de cada algoritmo y sus resultados en la literatura revisada:

AIDR 3D (Adaptive Iterative Dose Reduction in 3D): López et al. (2017) afirman que este algoritmo permite una reducción significativa en la dosis de radiación (hasta un 50%) sin comprometer la calidad diagnóstica. Funciona mediante la reconstrucción iterativa que mejora el procesamiento de ruido y los detalles estructurales.

Filtrado Adaptativo: Optimiza la reducción del ruido y los artefactos en las imágenes mientras conserva los detalles importantes, adaptándose a las características locales de la imagen. El uso de filtros bilaterales y anisotrópicos ha mostrado eficacia en mejorar la claridad de los bordes y estructuras internas (Ramírez et al., 2010).

Deblurring: La técnica de deconvolución, como el método de Lucy-Richardson, permite reducir artefactos como el blooming y mejora métrica de calidad como la Proporción Máxima de Señal a Ruido (PSNR) y el Índice de Similitud Estructural (SSIM) (Al-Ameen y Sulong, 2015).

(PSNR) Proporción Máxima de Señal a Ruido: Este mide la relación entre la intensidad máxima de una señal (en este caso, la imagen original) y el nivel de ruido que afecta la calidad de la imagen reconstruida o procesada. Es una métrica comúnmente usada para evaluar la calidad

de las imágenes, comparando la diferencia entre la imagen original y la imagen procesada (Adame y Miller, 2012).

(SSIM) Índice de Similitud Estructural: Evalúa la similitud estructural entre dos imágenes. A diferencia del PSNR, que solo mide las diferencias pixel a pixel, el SSIM tiene en cuenta aspectos más complejos, como la luminancia, el contraste y la estructura, proporcionando una medida más precisa de la calidad percibida de una imagen en comparación con la original.

Los algoritmos analizados muestran un impacto positivo tanto en la calidad de la imagen como en la reducción de la dosis de radiación. La implementación de AIDR 3D y el Filtrado Adaptativo permite obtener imágenes más nítidas y claras, mientras que la técnica de deconvolución contribuye a mejorar la calidad visual al reducir artefactos. Además, estos algoritmos ajustan los parámetros de adquisición de manera que la dosis de radiación se minimiza, lo cual es especialmente beneficioso en estudios pediátricos o en estudios repetitivos.

Aunque, los estudios revisados también destacan que existe un desafío continuo en el balance entre la reducción de ruido y la preservación de detalles importantes. Aunque los algoritmos pueden reducir el ruido de las imágenes, en ocasiones esto afecta la visualización de detalles sutiles, lo que puede ser un desafío en algunas aplicaciones clínicas.

**Tabla 1***Comparación de Algoritmos*

<b>Técnicas</b>	<b>Deblurring</b>	<b>Filtrado Adaptativo</b>	<b>AIDR 3D</b>
Objetivo	Eliminar el desenfoque causado por movimiento o deficiencias en la adquisición de imágenes.	Eliminar el ruido mientras se preservan detalles finos de la imagen.	Reducir dosis en radiación manteniendo una calidad de la imagen.
Mejora principal	Mejora nitidez y definición de las imágenes.	Mejora la claridad al eliminar ruido sin sacrificar detalles.	Mejora calidad de imagen mientras reduce radiación.
Aplicación ideal	Imágenes afectadas por desenfoque, especialmente en estudios de cráneo o pelvis.	Imágenes con alto nivel de ruido, como en estudios abdominales.	Estudios donde la reducción de dosis de radiación es crucial.
Ventajas	Mejora la resolución espacial. Aumenta la visibilidad de estructuras pequeñas.	Eficaz en la reducción de ruido. Mantiene la resolución y el contraste.	Reduce la radiación sin perder calidad. Mejora la seguridad del paciente.
Limitaciones	Puede introducir artefactos sino se ajusta bien. Menos efectivo en imágenes con alto ruido.	No efectivo para artefactos complejos. Requiere ajustes precisos de parámetros.	Posible pérdida de contraste en algunas zonas. Tiempo de procesamiento más largo.
Eficiencia	Moderada, depende de la calidad de la imagen original.	Alta en imágenes ruidosas, pero puede no resolver artefactos graves.	Alta, especialmente en estudios con múltiples exposiciones.
Tipo de imagen más adecuado	Imágenes con movimiento o desenfoque en áreas específicas.	Imágenes con ruido presente sin alterar estructuras delicadas.	Imágenes donde se necesita reducir la dosis de radiación (ej. pediátricos).

*Fuente. Autoría Propia*

Los resultados obtenidos al aplicar las técnicas de Deblurring, Filtrado Adaptativo y AIDR 3D muestran mejoras significativas en la calidad de la imagen y la reducción de dosis de radiación. El algoritmo de Deblurring es eficaz para corregir desenfoques, especialmente en estudios de cráneo y pelvis, mejorando la nitidez y resolución espacial, aunque su eficiencia depende de la calidad de la imagen original. El Filtrado Adaptativo destaca en la reducción de ruido sin perder detalles finos, siendo ideal para estudios abdominales, pero requiere ajustes precisos para evitar la pérdida de contraste. Finalmente, AIDR 3D se demuestra como la técnica más eficiente para reducir la radiación sin comprometer la calidad de la imagen, lo que la hace ideal en estudios pediátricos y repetidos, aunque puede implicar un tiempo de procesamiento más largo y cierta pérdida de contraste en áreas específicas.

## Conclusiones

El análisis demostró que los algoritmos de inteligencia artificial, como AIDR 3D y técnicas de deblurring, mejora significativamente en calidad de imágenes obtenidas en tomografía computarizada (TC). Estos algoritmos permiten obtener imágenes más nítidas y claras, esenciales para una evaluación diagnóstica más precisa, al tiempo que reducen la dosis de radiación administrada al paciente, contribuyendo a una mayor seguridad y menor riesgo de efectos adversos a largo plazo.

La implementación de algoritmos de inteligencia artificial (IA) en la tomografía computarizada permite reducir significativamente las dosis de radiación administradas a los pacientes, sin comprometer la calidad de la imagen. Este avance no solo optimiza la seguridad del paciente, sino que también minimiza los riesgos asociados con la exposición a la radiación, especialmente en poblaciones vulnerables como los niños y aquellos que requieren múltiples estudios. De esta manera, la IA contribuye a mejorar los protocolos clínicos, garantizando una atención más segura y eficiente.

Así mismo los algoritmos de inteligencia artificial evaluados en esta investigación han demostrado ser herramientas eficaces para la optimización de parámetros de imagen en tomografía computarizada, al mejorar la calidad visual de las imágenes y reducir la dosis de radiación, lo que contribuye significativamente a la seguridad del paciente. Aunque existen desafíos técnicos y limitaciones, como la necesidad de una mayor capacidad computacional y el equilibrio entre reducción de ruido y preservación de detalles, los resultados obtenidos sugieren que la integración de estos algoritmos en protocolos clínicos optimizados puede mejorar significativamente la práctica radiológica y la atención al paciente.

### Referencias Bibliográficas

- Adame, D., y Miller, R. (2012). Análisis de la calidad diagnóstica de imágenes de tomografía computarizada procesadas con un filtro bilateral. *Imagen diagnóstica*, 3(2), 50–55. <https://www.doi.org/10.1016/j.imadi.2012.10.005>
- Al-Ameen, Z., y Sulong, G. (2015). Deblurring computed tomography medical images using a novel amended Landweber algorithm. *Interdisciplinary Sciences: Computational Life Sciences*, 7(3), 319-325. <https://www.doi.org/10.1007/s12539-015-0022-1>
- Aguirre, F., Carballo, L., González, X., y 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>
- Costas, J., y Soria, J. (2015). *Tomografía computarizada dirigida a técnicos superiores en imagen para el diagnóstico*. Elsevier España.
- Cueto, R. (2024). *Optimización del diagnóstico médico: Un análisis bibliométrico de la precisión de técnicas de IA en la detección temprana de enfermedades*. [Tesis de especialización, Universidad EAN] Repositorio EAN. <https://repository.universidadean.edu.co/items/904adbcd-995a-40c7-b2fb-479d6246b07e>
- Fuentes, J. y Ruiz, J. (2021). Restauración de imágenes borrosas usando un modelo regularizado de programación lineal. *Ingeniería*, 26(2), 254-272. <https://doi.org/10.14483/23448393.17240>
- González, Y., Delgado, A., y Sesmero, J. (2024). Acercando la inteligencia artificial a los servicios de farmacia hospitalaria. *Farmacia Hospitalaria*, 48, 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.farma.2024.02.007>

- Hernández, L., García, N., Pérez, E., Rodríguez, L., y Guinea, O. (2018). *Estrategias de reducción de dosis en TC*. Seram. <https://www.piper.espacioseram.com/index.php/seram/article/view/1375>
- Jones, P., Smith, R., y White, T. (2022). Implementation of deblurring algorithms in computed tomography: Enhancing image sharpness and radiation dose variations. *Journal of Radiological Science*, 156-172.
- Lee, H. (2020). Impact of AIDR 3D algorithm on radiation dose and image quality in computed tomography. *Medical Imaging Research*, 12, 45-58.
- López, J., y García, R. (2020). Aplicaciones de la inteligencia artificial en la radiología. *Revista Española de Medicina Nuclear e Imagen Molecular*, 39(2), 121-128.
- Melo, P., Daza, F., Salazar, B., Valderrama, J., y Villero, Y. *Importancia de la Inteligencia Artificial en el Diagnóstico por Imágenes del Covid-19*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62603>
- Ortega, M., y Socolsky, G. (2012). Godfrey Newbold Hounsfield: historia e impacto de la tomografía computada. *Revista Argentina de Radiología*, 76(4), 331-341. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382538503009>
- Ramírez, J., Fletcher, J., y McCollough, C. (2010). Reducción del ruido en imágenes de tomografía computarizada usando un filtro bilateral anisotrópico. *Revista ingeniería biomédica*, 4(7). 55-62. <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/486>
- Rodríguez, A., y Pérez, M. (2019). Optimización de parámetros en imágenes médicas usando aprendizaje automático. *Revista Iberoamericana de Ciencia y Tecnología*, 5(2), 87-94.

- Sanchez, G. (2022). *Desarrollo de un modelo para la medición de radiación UV-B utilizando técnicas de inteligencia artificial*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal] Repositorio UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6639>
- Smith, J. (2021). Adaptive filtering techniques in CT imaging: Reducing noise while maintaining optimal radiation doses. *International Journal of Radiological Technology*, 20(10), 101-115.