

## **Optimización de parámetros de imagen basada en IA y aprendizaje automático**

Manuela Roldan González

Katherine Martínez Correa

Hilary Stefany Perea Palacios

Carlos Mario Llerena García

Santiago Salazar Quintero

Asesor

Javier Alberto Pérez Murillas

Universidad Abierta y a Distancia, UNAD

Escuela de ciencias de la salud, ECISA

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2025

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la realización de este diplomado y que contribuyeron de manera significativa a nuestro proceso de formación.

A la directora del curso, Edna Rocío Jamaica Guio, por su liderazgo, dedicación y acompañamiento constante. Su compromiso, orientación y calidad humana fueron fundamentales para el desarrollo exitoso de esta experiencia académica.

Al tutor y asesor, Javier Alberto Pérez Murillas, por su valiosa guía, apoyo y disposición permanente para resolver nuestras dudas y motivarnos a alcanzar la excelencia. Su experiencia y compromiso enriquecieron profundamente nuestro aprendizaje.

De igual manera, agradecemos a todas las personas que, de una u otra forma, aportaron a la culminación de este proceso, así como a nuestras familias y seres queridos, por su comprensión, paciencia y apoyo incondicional durante esta etapa de crecimiento profesional y personal.

## Resumen

Este proyecto tiene como objetivo realizar un análisis sobre un modelo conceptual basado en inteligencia artificial y aprendizaje automático para optimizar automáticamente los parámetros de exposición en radiología digital. Se realiza una revisión sistemática de literatura científica reciente (2018–2025) y un análisis documental para identificar el estado actual, las limitaciones de los métodos tradicionales y el potencial de los algoritmos de IA en la reducción de dosis y mejora de la calidad diagnóstica. Los estudios analizados evidencian que los sistemas inteligentes pueden ajustar en tiempo real parámetros como kVp y mAs, logrando reducciones de dosis entre el 30 % y el 50 % sin afectar la calidad de imagen, además de mejorar la eficiencia del flujo de trabajo radiológico. Con base en estos hallazgos, se diseñó un modelo conceptual que integra la adquisición de datos, el procesamiento algorítmico y la automatización de parámetros. Se concluye que la IA constituye una herramienta viable para personalizar la dosimetría, estandarizar protocolos, disminuir la variabilidad dependiente del operador y fortalecer el cumplimiento del principio ALARA, aunque su implementación requiere validación clínica, regulación y capacitación profesional.

**Palabras clave:** Radiología Digital, Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático, Optimización De Exposición, ALARA, Medicina Personalizada.

### **Abstract**

This project aims to propose a conceptual model based on artificial intelligence and machine learning to automatically optimize exposure parameters in digital radiology. A systematic review of recent scientific literature (2018–2025) and a documentary analysis were conducted to identify the current state, the limitations of traditional parameter adjustment methods, and the potential of AI algorithms to reduce radiation dose and improve diagnostic quality. The reviewed studies show that intelligent systems can adjust parameters such as kVp and mAs in real time, achieving dose reductions between 30% and 50% without compromising image quality, while improving radiology workflow efficiency. Based on these findings, a conceptual model integrating data acquisition, algorithmic processing, and automated parameter adjustment was designed. In conclusion, AI is presented as a promising tool to customize dosimetry, standardize protocols, reduce operational variability and reinforce compliance with the ALARA principle. However, its effective implementation requires clinical validation, regulation, and training of professionals in the area.

**Keywords:** Digital Radiology, Artificial Intelligence, Machine Learning, Exposure Optimization, ALARA, Personalized Medicine.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	9
Planteamiento del Problema.....	11
Justificación.....	13
Objetivos .....	15
Objetivo General .....	15
Objetivos Específicos .....	15
Marco Teórico .....	16
Optimización de los parámetros de adquisición de imágenes en radiología digital mediante inteligencia artificial .....	16
El dilema entre la dosis de radiación y la calidad de la imagen.....	17
La inteligencia artificial como catalizador para la optimización.....	18
Ventajas y perspectivas futuras .....	20
Marco metodológico .....	23
Proyecto y tipo de estudio .....	23
Población y muestra .....	23
Criterios de selección de fuentes.....	23
Limitaciones .....	27
Resultados del análisis documental.....	28
Optimización automática y reducción de dosis.....	28
Impacto operativo y eficiencia del flujo de trabajo.....	29
Desafíos técnicos y éticos .....	30

Posibles soluciones y líneas de desarrollo.....	30
Entrenamiento continuo .....	30
Integración progresiva.....	30
Regulación y certificación.....	30
Capacitación profesional .....	30
Síntesis interpretativa .....	30
Conclusiones .....	33
Referencias bibliográficas.....	34

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Relación de Dosis Radiación Y Calidad De La Imagen</i> .....	18
<b>Tabla 2</b> <i>Comparación de la Práctica Radiológica Antes y Después de la Implementación de Inteligencia Artificial</i> .....	20
<b>Tabla 3</b> <i>Fases Metodológicas, Actividades y Herramientas de Análisis Utilizadas en el Estudio</i> .....	24
<b>Tabla 4</b> <i>Resumen de los Principales Estudios Analizados</i> .....	28

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Correlacion radiografica</i> .....	16
<b>Figura 2</b> <i>Flujo de Trabajo del Proceso de Optimización de Parámetros en Radiología Digital Mediante Inteligencia Artificial</i> .....	19
<b>Figura 3</b> <i>Flujo de Mantenimiento Predictivo en Radiología Digital Asistido por Inteligencia artificial</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Comparación entre CR y DR Sobre el Consumo Energético</i> .....	32

## Introducción

La radiología digital ha experimentado una transformación profunda con la incorporación de tecnologías avanzadas que permiten obtener imágenes médicas de alta resolución de manera más rápida, precisa y eficiente. No obstante, la configuración de los parámetros técnicos de exposición, como el kilovoltaje (kVp), los miliamperios-segundo (mAs) y el tiempo de exposición, continúa realizándose en muchos casos de forma manual o siguiendo protocolos estandarizados que no contemplan las características anatómicas ni las necesidades clínicas específicas de cada paciente. Esta limitación puede afectar la calidad diagnóstica, incrementar la dosis de radiación y generar ineficiencias operativas en los servicios de diagnóstico por imágenes.

A partir del análisis de grandes volúmenes de datos, imágenes diagnósticas y metadatos técnicos, la integración de la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (Machine Learning, ML) representa un avance decisivo hacia la automatización y personalización de los procesos radiológicos. En modalidades como la tomografía computarizada, la resonancia magnética o la mamografía digital, la IA ha demostrado su capacidad para equilibrar la relación entre calidad de imagen, tiempo de exploración y seguridad del paciente, logrando reducciones de dosis entre un 30 % y un 50 % sin comprometer la calidad diagnóstica (Melazzini et al., 2025; Castaño Aguirre et al., 2024; Singh y Chen, 2021).

Además, la optimización basada en IA contribuye al desarrollo de protocolos inteligentes y estandarizados, disminuyendo la variabilidad entre instituciones, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo la carga de trabajo del personal técnico y médico. Este enfoque no solo potencia la precisión diagnóstica, sino que también se alinea con los principios de protección radiológica del modelo ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

Por ello, el presente trabajo tiene como propósito proponer un modelo conceptual de sistema inteligente basado en IA y ML para la optimización de los parámetros técnicos en radiología digital. La investigación busca evidenciar los beneficios clínicos, técnicos y operativos de esta integración, así como analizar los desafíos éticos, regulatorios y profesionales asociados con la implementación de sistemas inteligentes en el ámbito de la salud, avanzando hacia una radiología más personalizada, segura y sustentable.

## Planteamiento del Problema

En los servicios de radiología digital, el ajuste de parámetros técnicos como el kilovoltaje (kVp), miliamperios-segundo (mAs), colimación, dosis de contraste y tiempo de exposición sigue realizándose, en muchos casos, de forma manual o con base en protocolos estandarizados predefinidos. Estos métodos tradicionales, aunque útiles, no siempre consideran variables individuales como la morfología, edad, peso, condición clínica del paciente ni el tipo específico de estudio a realizar. Como resultado, puede verse comprometida la calidad diagnóstica de la imagen, aumentar la dosis de radiación recibida o incluso requerirse la repetición del examen, afectando tanto la eficiencia del sistema de salud como la seguridad del paciente.

Este enfoque limitado contradice principios fundamentales como el de protección radiológica ALARA, al no garantizar una personalización adecuada de la exposición. Aunque algunos equipos modernos incorporan sistemas de modulación automática de parámetros, estos operan bajo reglas fijas que no se adaptan de manera inteligente a la diversidad clínica de los pacientes, ni se ajustan mediante el aprendizaje continuo a los datos históricos.

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático ofrecen un potencial transformador. Su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos clínicos e imágenes permite automatizar la selección y ajuste de parámetros de adquisición de manera dinámica y personalizada, en función del tipo de estudio, las características clínicas y morfológicas del paciente, e incluso su historial médico. Tecnologías como el *deep learning*, mediante redes neuronales artificiales, pueden optimizar el balance entre calidad de imagen y dosis de radiación, superando las limitaciones de los métodos tradicionales.

Sin embargo, persisten retos importantes. La implementación efectiva de estos algoritmos requiere una validación clínica rigurosa, mecanismos seguros de intercambio de datos, una

aproximación ética en su desarrollo, y una aceptación por parte del personal médico. Además, si no se aplican correctamente, los sistemas basados en IA pueden generar errores en la parametrización, afectando la calidad diagnóstica o incluso poniendo en riesgo la salud del paciente.

### **Pregunta de Investigación**

¿Cómo puede un sistema basado en inteligencia artificial optimizar automáticamente los parámetros técnicos de adquisición de imágenes garantizando la seguridad radiológica y la calidad diagnóstica?

## Justificación

Este proyecto se justifica por la necesidad urgente de modernizar y optimizar las prácticas de radiología digital, atendiendo a los estándares actuales de seguridad radiológica, eficiencia operativa y calidad diagnóstica.

Aunque la tecnología de imagen ha avanzado de manera significativa, aún persiste una fuerte dependencia de protocolos estandarizados que no consideran las características individuales del paciente ni sus condiciones clínicas específicas. Esta brecha limita la efectividad de los estudios radiológicos en contextos donde la precisión diagnóstica es fundamental.

Uno de los pilares centrales de esta propuesta es la seguridad del paciente, analizar los beneficios sustanciales de algoritmos de inteligencia artificial (IA) y la capacidad de personalizar la dosis de radiación en función del estudio, la región anatómica evaluada y las características particulares del paciente. Esto favorecería una reducción significativa de la exposición, en línea con las directrices de organismos internacionales como la ICRP y el OIEA (OIEA, 2018). Al disminuir la exposición innecesaria, también se mitiga el riesgo acumulativo a largo plazo, especialmente relevante en poblaciones vulnerables como niños, mujeres embarazadas o pacientes oncológicos.

Asimismo, la IA puede mejorar de manera notable la eficiencia operativa de los servicios de diagnóstico. Las imágenes de baja calidad que requieren repetición incrementan la dosis acumulativa, aumentan la carga laboral y generan sobrecostos institucionales.

Estos problemas afectan tanto al personal de salud como a los pacientes, generando retrasos y disminuyendo la productividad. Estudios recientes, como los presentados por la RSNA (2021), muestran que la optimización automática de parámetros puede reducir la tasa de repetición y mejorar el aprovechamiento tanto del tiempo como de los recursos tecnológicos.

Finalmente, este proyecto permite realizar un análisis sobre los alcances de la inteligencia artificial (IA) en la radiología digital inteligente y la incorporación de algoritmos capaces de aprender, adaptarse y tomar decisiones en tiempo real representando un cambio de paradigma en la práctica radiológica. Esta innovación fortalece la precisión diagnóstica, facilita la estandarización de protocolos y sienta las bases para el desarrollo de sistemas clínicos más robustos, personalizados y eficientes. En conjunto, estas ventajas promueven una práctica médica más sostenible, segura y alineada con las demandas actuales del entorno clínico (Pérez del Barrio et al., 2022).

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Determinar el avance y la eficiencia de un modelo de sistema de asistencia inteligente basado en algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático para la optimización automática y personalizada de los parámetros de adquisición de imágenes en radiología digital, mejorando la calidad diagnóstica, reduciendo las dosis de radiación y estandarizando el proceso en función de las características individuales de cada paciente.

### **Objetivos Específicos**

Analizar las limitaciones de los métodos tradicionales de ajuste de parámetros técnicos en radiología digital.

Evaluar los beneficios clínicos y operativos de la implementación de IA en la optimización de parámetros de imagen, incluyendo la reducción de la dosis y la mejora en la calidad diagnóstica.

Explorar los desafíos técnicos, éticos y regulatorios asociados con la integración de sistemas inteligentes en entornos clínicos.

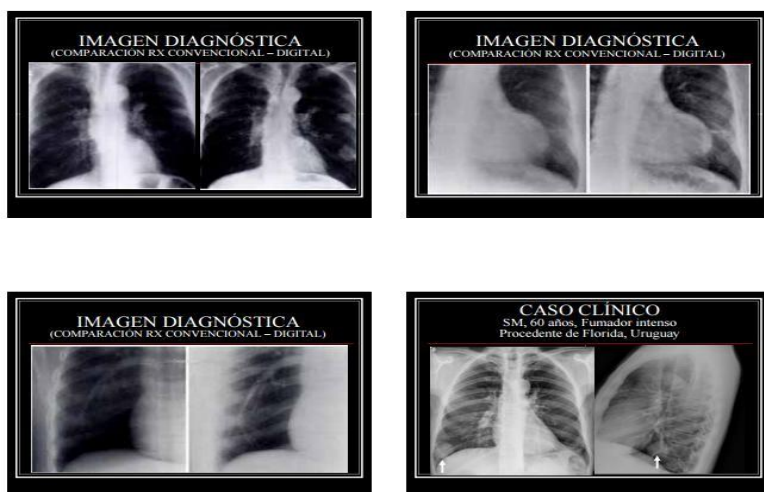
## Marco Teórico

### Optimización de los parámetros de adquisición de imágenes en radiología digital mediante inteligencia artificial

La radiología digital (DR) ha supuesto un punto de inflexión en el diagnóstico médico, superando las limitaciones de los sistemas analógicos gracias a las imágenes de alta resolución, la velocidad y la facilidad de almacenamiento. Sin embargo, este avance tecnológico ha puesto de manifiesto un problema crucial: el ajuste de los parámetros de exposición sigue siendo un proceso manual, empírico e ineficaz (Gupta y Sharma, 2021; Davis y Clark, 2018). Este enfoque tradicional, basado en la experiencia del operador y en protocolos estáticos, genera una variabilidad significativa que compromete la seguridad del paciente y la calidad del diagnóstico (Thompson y Rogers, 2018; Marsh y Taylor, 2020).

#### Figura 1

*Correlación Radiográfica.*



**Nota.** Adaptado de Blogger (s.f.), Esta Imagen diagnóstica de comparación RX convencional – digital. Donde se muestra la correcta parametrización técnica como punto fundamental para la obtención de imágenes diagnósticas.

## **El dilema entre la Dosis de Radiación y la Calidad de la Imagen**

El principal reto en la práctica radiológica es lograr un equilibrio entre la calidad de imagen necesaria para un diagnóstico preciso y la minimización de la exposición del paciente a la radiación ionizante, siguiendo el principio ALARA (As Low As Reasonably Achievable, tan bajo como sea razonablemente posible). Los protocolos tradicionales no logran esta optimización de forma sistemática, ya que no tienen en cuenta la variabilidad individual de cada paciente (Cooper y Jenkins, 2019; White y Carter, 2022). Un ajuste inadecuado de parámetros como el kilovoltaje (kVp) y los miliamperios-segundos (mAs) puede dar lugar a dosis innecesariamente altas, lo que aumenta los riesgos acumulativos para el paciente (Davis y Wilson, 2020), o a una calidad de imagen subóptima, lo que puede dar lugar a la repetición de los exámenes, aumentando aún más la exposición y los costes operativos.

En la práctica radiológica, este equilibrio puede entenderse de forma conceptual a través de la relación entre la dosis de radiación, la calidad de la imagen y el riesgo asociado para el paciente. Tal como se observa en la Tabla 1, una dosis más alta tiende a producir imágenes de mejor calidad, pero incrementa el riesgo de efectos biológicos; mientras que una dosis más baja disminuye ese riesgo, aunque puede comprometer la utilidad diagnóstica.

**Tabla 1***Relación dosis y calidad de imagen.*

<b>Dosis de radiación</b>	<b>Calidad de imagen</b>	<b>Riesgo para el paciente</b>
Alta	Muy buena	Elevado
Moderada	Adecuada	Controlado
Baja	Deficiente	Bajo

**Nota.** Esta tabla hace referencia al dilema entre la dosis de radiación VS calidad de la imagen, lo que plantea un desafío para optimización de la radiación, permitiéndole a la (IA) romper el esquema, logrando calidad de la imagen con dosis muy bajas y en menor tiempo.

### **La inteligencia Artificial Como Catalizador para la Optimización**

La inteligencia artificial (IA) y sus subcampos, como el aprendizaje automático (ML) y el aprendizaje profundo (DL), se han convertido en la solución más prometedora para este problema. La IA permite a las máquinas simular procesos cognitivos humanos, como el análisis y la toma de decisiones, pero con una capacidad y velocidad sin igual en el procesamiento de grandes volúmenes de datos. En radiología, los algoritmos de IA pueden analizar los datos de los pacientes, el tipo de estudio y las características anatómicas en tiempo real para predecir y sugerir los parámetros de adquisición óptimos, garantizando una dosimetría personalizada (Singh y Chen, 2021; White y Carter, 2022).

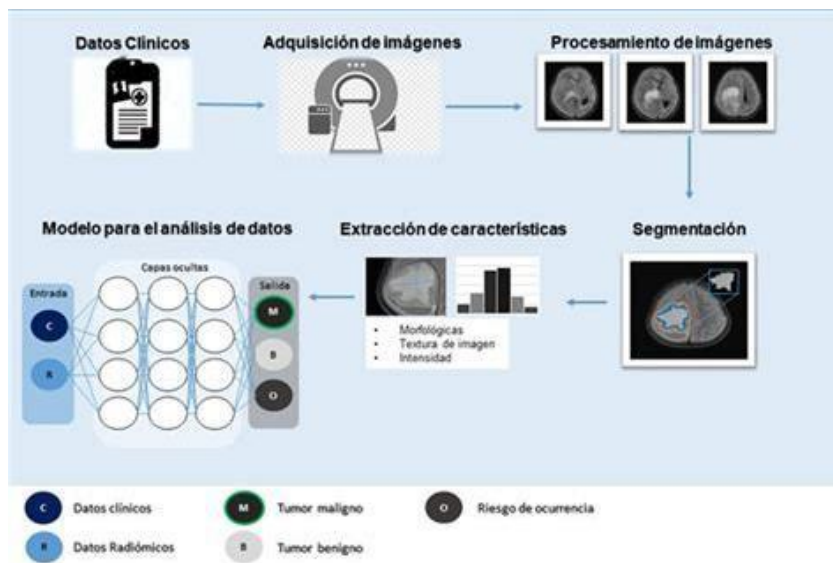
Los estudios clínicos han demostrado la eficacia de este enfoque. Por ejemplo, en la tomografía computarizada (TC), los algoritmos de IA pueden ajustar automáticamente el voltaje y el amperaje, lo que se traduce en una reducción drástica de la dosis de radiación, al tiempo que se mantiene o incluso se mejora la precisión diagnóstica (Wagner, 2025; Castaño Aguirre et al., 2024). En la radiografía digital pediátrica, los sistemas de redes neuronales profundas (DLNN)

han reducido la dosis hasta en un 50 % sin comprometer la calidad de la imagen, lo que demuestra que la IA puede superar a los métodos convencionales en la eliminación del ruido y la reducción de artefactos (Medical Imaging español, 2023; Melazzini et al., 2025).

De acuerdo con la Figura 2, el proceso de optimización propuesto sigue una secuencia similar a la empleada en la inteligencia artificial aplicada a la clasificación de imágenes médicas. Inicia con la recolección de datos clínicos y bioanatómicos, continúa con la adquisición y procesamiento de imágenes, y culmina con la extracción de características relevantes que permiten al modelo ajustar los parámetros técnicos de exposición de forma automática y personalizada.

## Figura 2

*Flujo de trabajo del proceso de optimización de parámetros en radiología digital mediante inteligencia artificial.*



*Nota.* Adaptado de Flujo de trabajo para la clasificación de tumores. Elaboración propia

## Ventajas y perspectivas futuras

La adopción de la IA en la adquisición de imágenes no solo optimiza los parámetros técnicos, sino que también genera ventajas significativas para el flujo de trabajo clínico. Automatiza las tareas repetitivas, reduce la necesidad de repetir las exploraciones y minimiza la variabilidad entre observadores en la interpretación de los datos (Garmendia et al., 2024; López, 2025). Esto permite a los radiólogos y técnicos centrarse en tareas más complejas, mejorando la eficiencia general del servicio (Pérez del Barrio et al., 2022). La IA está redefiniendo la práctica de la radiología, haciéndola más segura, más precisa y eficiente, y sentando las bases para una medicina de precisión verdaderamente personalizada (Martí-Bonmatí, 2024).

Como se ha evidenciado, la inteligencia artificial transforma no solo el ajuste técnico de los parámetros, sino todo el proceso de adquisición y análisis de imágenes médicas. En la siguiente tabla se comparan los principales aspectos de la práctica radiológica antes y después de la implementación de la IA, evidenciando los beneficios en términos de calidad diagnóstica, seguridad y eficiencia:

**Tabla 2**

*Comparación de la práctica radiológica antes y después de la implementación de inteligencia artificial.*

Aspecto	Antes de la IA (Radiología Convencional)	Después de la IA (Radiología Inteligente)
Ajuste de parámetros técnicos	Manual, basado en experiencia del operador.	Automático, optimizado por algoritmos de aprendizaje automático.
Dosis de radiación	Variable, frecuentemente superior	Reducida y ajustada según

---

	a lo necesario.	características individuales del paciente.
Calidad de imagen	Dependiente del operador y susceptible a errores de exposición.	Consistente y adaptada a condiciones específicas de adquisición.
Eficiencia del flujo de trabajo	Mayor tiempo por examen y repetición de estudios.	Procesos automatizados, reducción de tiempos y menor repetición.
Rol del profesional de salud	Operativo y técnico.	Supervisión, interpretación y validación de resultados automatizados.
Cumplimiento del principio ALARA	Parcial o inconsistente.	Óptimo y sistemático.
Enfoque diagnóstico	Generalizado.	Personalizado e inteligente.

---

**Nota.** El uso de la inteligencia artificial es fundamental para asegurar la calidad de las imágenes y garantizar la protección del paciente

Así como se analiza en la Tabla 2, la inteligencia artificial aporta beneficios sustanciales en todas las etapas del proceso radiológico, consolidando una práctica más segura, eficiente y alineada con los principios de la medicina personalizada e inteligente.

A pesar de sus evidentes ventajas, la implementación de la IA en radiología se enfrenta a algunos retos, como la validación clínica continua de los algoritmos, la necesidad de un marco normativo claro y la aceptación por parte del personal sanitario, que debe mantener una función

de supervisión crítica para garantizar la seguridad y la confidencialidad de los datos médicos (Aguirre et al., 2021; Miller & Green, 2022).

## **Marco Metodológico**

El estudio adopta un enfoque cualitativo apoyado en diversas métricas cuantitativas aportadas por los autores investigados, con predominio de aspectos documentales, descriptivos y propositivos, orientado a la revisión sistemática de las pruebas científicas y al diseño conceptual de la solución tecnológica.

### **Proyecto y Tipo de Estudio**

Enfoque: Cualitativo basado en análisis ético, social y de implementación profesional. Se evidencia apoyo de datos cuantitativos (análisis de parámetros y dosis)

Tipo de estudio: descriptivo, documental y propositivo. El objetivo es describir el estado actual y, sobre esta base, analizar un modelo de optimización asistido por IA.

### **Población y Muestra**

Población: documentos científicos, artículos de revisión, guías técnicas, estudios de casos y publicaciones especializadas (libros, informes institucionales) relacionados con la aplicación de la IA/ML en la optimización de los parámetros de las imágenes radiológicas y la seguridad de los pacientes.

Muestra: intencional, seleccionada de bases de datos científicas de gran impacto como PubMed, Scopus, IEEE Xplore y Google Scholar, dando prioridad a las investigaciones publicadas en los últimos 5-7 años.

### **Criterios de Selección de Fuentes**

La selección de fuentes se realizó atendiendo a criterios de relevancia, actualidad, confiabilidad y pertinencia temática. Se priorizaron publicaciones científicas y técnicas que abordaran la optimización de parámetros de imagen, la reducción de dosis y la aplicación de inteligencia artificial o aprendizaje automático en radiología.

Asimismo, se incluyeron documentos provenientes de organismos internacionales de referencia (IAEA, ICRP) y estudios recientes (2018–2025) disponibles en bases de datos académicas reconocidas. Cada fuente fue evaluada por su validez metodológica, impacto en el área, rigor científico y aplicabilidad al contexto del estudio.

La búsqueda sistemática de información se realizó empleando operadores booleanos para refinar los resultados en las bases de datos consultadas. Se utilizaron ecuaciones de búsqueda como: ("Artificial Intelligence" OR "Machine Learning") AND (Radiology OR "Digital Imaging") AND ("Dose Optimization" OR "Exposure Parameters"), así como combinaciones más específicas: AI AND Radiology AND Dose Optimization, Deep Learning AND Digital Radiography, entre otras. La búsqueda se limitó a publicaciones comprendidas entre 2018 - 2025, priorizando artículos revisados por pares, guías de organismos internacionales y estudios con aplicaciones clínicas verificables. Se aplicaron criterios de exclusión que descartaron documentos duplicados, estudios sin relevancia metodológica, trabajos sin acceso al texto completo y artículos cuya temática no abordara la optimización de parámetros radiológicos mediante IA. Todos los documentos seleccionados fueron analizados según su rigor metodológico, pertinencia temática y calidad científica.

A continuación, se caracterizan las fases metodológicas y las diferentes herramientas de análisis empleadas.

### **Tabla 3**

#### *Fases metodológicas, Actividades Y Herramientas De Análisis Utilizadas En El Estudio*

Fase metodológica	Actividades principales	Instrumentos y análisis
Fase 1: Diagnóstico y fundamentación	Revisión sistemática de la literatura científica y técnica sobre la	Matriz de análisis documental para sistematizar hallazgos

---

optimización de dosis y la (algoritmo, aplicación clínica, aplicación de IA en radiología resultados, limitaciones). (Carestream, 2021); Pérez del Análisis comparativo de Barrio et al., 2022; Dudhe et al., informes de organismos 2024). Identificación de métricas de reguladores y guías de dosis (DAP) y calidad de imagen radioprotección (IAEA, (SNR, contraste) relevantes para la ICRP).

validación del modelo.

Fase 2: Modelado conceptual del sistema Definición de las variables de entrada/salida del modelo y diseño de modelos conceptuales (diagramas de de la arquitectura conceptual del flujo). Análisis temático y algoritmo de *machine learning* comparativo de modelos (Castaño Aguirre et al., 2024; Garmendia et al., 2024). teóricos y arquitecturas de IA aplicadas a la optimización de Determinación de las competencias imágenes. técnicas y operativas requeridas para su implementación.

Fase 3: Simulación y validación teórica Recolección teórica de datos históricos anonimizados y y Análisis estadístico descriptivo (medias y desviaciones estándar). simulación del rendimiento del algoritmo sobre estos conjuntos de Portafolio de evidencias datos. Comparación de resultados teóricas o simuladas para con los protocolos tradicionales de validar la consistencia del

---

---

exposición y ajuste de parámetros modelo propuesto.

(Marsh & Taylor, 2020; Melazzini et al., 2025; Vian et al., 2025).

Evaluación teórica del impacto en la calidad de imagen y reducción de dosis.

Fase 4: Conclusiones y propuesta

Elaboración del informe final que integre los resultados del modelado y la validación teórica. Formulación de una propuesta conceptual para la implementación clínica y operativa del modelo de IA, incluyendo consideraciones éticas y regulatorias (Lopez, s.f.; Wagner, 2025).

Redacción del documento final y presentación del modelo conceptual, con recomendaciones para futuras validaciones experimentales.

---

*Nota.* Adaptado y elaborado con base en fuentes teóricas y técnicas consultadas (Carestream, 2021); C. A. et al., 2024; M. & T., 2020; Melazzini et al., 2025; Pérez del Barrio et al., 2022).

En la Figura 3 se muestra el modelo conceptual del sistema propuesto, correspondiente a la Fase 2 del proceso metodológico.

**Figura 3**

*Flujo de mantenimiento predictivo en radiología digital asistido por inteligencia artificial*



**Nota.** Elaboración propia (Roldan González M, 2025).

El diagrama representa el flujo de mantenimiento predictivo aplicado a radiología digital, integrando el monitoreo de equipos, la adquisición y el análisis de datos mediante inteligencia artificial, la detección de anomalías, la predicción de fallos y la planificación del mantenimiento preventivo, con retroalimentación continua.

### **Limitaciones**

El estudio se limita a una revisión teórica y un diseño conceptual, sin realizar pruebas experimentales ni recopilar datos primarios en un contexto clínico real. Por lo tanto, las conclusiones y recomendaciones serán de naturaleza conceptual y propositiva, con el fin de orientar la futura investigación aplicada y las validaciones clínicas.

Estas limitaciones abren la oportunidad para futuros estudios experimentales que verifiquen empíricamente el modelo conceptual propuesto.

## Resultados del Análisis Documental

El análisis documental realizado permitió identificar una tendencia clara hacia la incorporación de algoritmos de inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (ML) en la optimización de los parámetros técnicos de adquisición de imágenes radiológicas. Diversos estudios coinciden en que estos sistemas ofrecen mejoras sustanciales en la calidad diagnóstica, la reducción de dosis de radiación y la eficiencia del flujo de trabajo clínico.

### Optimización Automática y Reducción De Dosis

Según Melazzini et al. (2025) y Castaño Aguirre et al. (2024), la aplicación de algoritmos de IA en tomografía computarizada y radiología digital permite ajustar automáticamente el voltaje (kVp) y el amperaje (mAs), reduciendo la dosis de radiación entre un 30 % y un 50 % sin comprometer la calidad diagnóstica. De forma similar, el estudio de Medical Imaging español (2023) reporta una reducción del 45 % en la dosis promedio en pacientes pediátricos gracias a sistemas de IA basados en redes neuronales profundas, capaces de controlar la exposición en tiempo real.

**Tabla 4**

*Resumen de Estudios Analizados*

Estudio / Autor	Modalidad de imagen	Tipo de IA aplicada	Reducción promedio de dosis	Impacto en calidad de imagen
Melazzini et al. (2025)	TC y RM	Deep Learning (DL)	30–50 %	Calidad igual o superior
Castaño Aguirre et al.	TC	Redes neuronales	40 %	Mejora en SNR y CNR

---

(2024)				
Medical Imaging	Radiografía pediátrica	DLNN	45 %	Sin pérdida diagnóstica
Español (2023)				
Singh & Chen (2021)	Radiología digital	ML supervisado	35 %	Reducción de artefactos
Wagner (2025)	TC de tórax	IA híbrida	50 %	Precisión diagnóstica estable

---

**Nota.** Los resultados evidencian el impacto de las diferentes herramientas de inteligencia artificial

Estos resultados respaldan la hipótesis de que la IA puede equilibrar de manera óptima el binomio calidad de imagen–dosis de radiación, superando los protocolos fijos tradicionales que no consideran la variabilidad individual del paciente.

### **Impacto Operativo y Eficiencia del Flujo de Trabajo**

La implementación de IA también repercute positivamente en la eficiencia de los servicios de diagnóstico por imágenes. De acuerdo con (Carestream, 2021) y Garmendia et al. (2024), los sistemas de IA reducen entre un 20 % y un 30 % los tiempos de adquisición y post - procesamiento, disminuyendo la necesidad de repeticiones de estudios.

Esto se traduce en una mejora de la productividad y en una reducción significativa de los costos institucionales asociados a repeticiones innecesarias (Dudhe et al., 2024; López, 2025).

## **Desafíos Técnicos y Éticos**

A pesar de los avances, los autores coinciden en que la adopción de IA enfrenta desafíos importantes. Aguirre et al. (2021) y Miller & Green (2022) destacan la necesidad de establecer protocolos de validación clínica, ya que un modelo mal entrenado puede producir errores en la parametrización, comprometiendo la calidad diagnóstica.

Asimismo, la gestión de datos médicos plantea retos éticos y legales relacionados con la privacidad, la trazabilidad de los algoritmos y la responsabilidad profesional. Según Vian et al. (2025), los modelos de IA deben ser transparentes y auditables, garantizando que las decisiones automatizadas puedan ser interpretadas por el personal médico.

## **Posibles soluciones y Líneas de Desarrollo**

Entre las soluciones propuestas por los investigadores destacan:

Entrenamiento continuo de los modelos de IA con bases de datos locales que reflejen la diversidad anatómica y demográfica de los pacientes (Martí-Bonmatí, 2024).

Integración progresiva de sistemas inteligentes como apoyo al operador, y no como reemplazo, garantizando la supervisión humana (Gupta & Sharma, 2021).

Regulación y certificación de software médico basado en IA para garantizar seguridad y confiabilidad (ICRP y OIEA, citados en OIEA, 2018).

Capacitación profesional en el uso de herramientas de IA para reducir la resistencia al cambio y fomentar la aceptación tecnológica (Pérez del Barrio et al., 2022).

## **Síntesis Interpretativa**

El análisis global de los estudios revisados permite concluir que la IA no solo mejora la calidad de las imágenes radiológicas, sino que impulsa una radiología más segura, personalizada y eficiente.

Los resultados confirman que la integración de algoritmos de aprendizaje profundo puede reducir la exposición a la radiación, aumentar la uniformidad de los parámetros técnicos y disminuir la variabilidad dependiente del operador, alineándose con los principios del modelo ALARA y las metas de una medicina de precisión.

### **Diferencias Entre dos Modalidades CR y DR**

La comparación entre los sistemas de Radiografía Computarizada (CR) y Radiografía Digital Directa (DR) evidencia diferencias significativas en términos de consumo energético debido a sus procesos tecnológicos y operativos.

Ahora bien, desde la perspectiva del consumo energético, la tecnología DR es más eficiente que la CR, ofreciendo estudios más rápidos, menor uso de dispositivos intermedios y reducción significativa de la energía empleada por procedimiento. Esto convierte a la DR en una opción más sostenible, rentable y alineada con los objetivos de eficiencia en los servicios de radiología modernos.

A continuación, se observa a base de una tabla comparativa, como se diferencia las dos modalidades en cuanto el consumo energético.

**Figura 4**

*Comparación entre CR y DR sobre el consumo energético*

ASPECTO A COMPARAR	CR RADIOGRAFÍA COMPUTARIZADA	DR RADIOGRAFÍA DÍGITAL DIRECTA
<b>Velocidad y eficiencia</b>	Requiere un procedimiento específico de lectura de placas de fosforo en un escáner especial.	Permite obtener las imágenes de manera inmediata.
<b>Calidad de imagen</b>	Menor calidad de imagen con menos resolución y más ruido.	Mayor calidad de imagen con mejor resolución y menos ruido, lo que facilita un diagnostico más optimo
<b>Dosis de radiación</b>	Requiere más dosis de radiación y no producen las imágenes de alta calidad.	Menos dosis de radiación para obtener imágenes de alta calidad, lo que da más seguridad al paciente.
<b>Flujo de trabajo y productividad</b>	Aumenta el tiempo de espera de los pacientes y reduce la cantidad de estudios	Mejora la eficiencia y productividad en los departamentos de salud, debido a la rapidez en la obtención de imágenes.
<b>Integración y almacenamiento</b>	Aunque también puede integrarse con PACS, el proceso es menos directo y puede ser más laborioso.	Facilita la integración con sistemas de información hospitalaria y sistemas de archivado y comunicación de imágenes (PACS), lo que simplifica el almacenamiento y el acceso a las imágenes.
<b>Mantenimiento y manejo</b>	Las placas de fósforo requieren un manejo cuidadoso y pueden deteriorarse con el tiempo, además de necesitar mantenimiento regular de los escáneres.	Requiere menos mantenimiento diario, ya que no hay necesidad de manejar placas de fósforo ni escáneres adicionales.

*Nota. Adaptado por Mahr, M. Radiología Directa (DR) vs Radiología Digital Computada (CR), (Elaboración propia).*

## Conclusiones

La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje automático (ML) representan un cambio de paradigma en la práctica radiológica contemporánea, al posibilitar la optimización dinámica y personalizada de los parámetros técnicos de imagen según las características individuales de cada paciente. Esta capacidad de adaptación permite reducir la dosis de radiación, acortar los tiempos de exploración y mantener una calidad diagnóstica óptima, en cumplimiento con el principio ALARA. Así, la automatización inteligente de los procesos de adquisición y reconstrucción de imágenes impulsa una radiología más precisa, eficiente y centrada en el paciente.

No obstante, la incorporación de estas tecnologías no debe interpretarse como un reemplazo del juicio clínico humano, sino como una extensión de las capacidades del radiólogo. La evidencia científica demuestra que los sistemas basados en IA pueden mejorar la eficiencia operativa y la calidad de las imágenes, pero requieren supervisión clínica, protocolos de validación rigurosos y una integración ética y responsable. Factores como la capacitación del personal, la gestión adecuada de los datos médicos y el desarrollo de marcos regulatorios específicos resultan esenciales para garantizar su implementación segura y confiable.

En síntesis, la inteligencia artificial se consolida como una herramienta estratégica en la evolución de la radiología moderna. Su verdadero valor radica en actuar como un asistente inteligente que potencia el juicio clínico, estandariza los protocolos, optimiza los flujos de trabajo y promueve una práctica médica más ética, sostenible y orientada al beneficio del paciente. El futuro de la radiología no reside únicamente en la tecnología, sino en la colaboración armónica entre la inteligencia humana y la inteligencia artificial para alcanzar diagnósticos más rápidos, precisos y seguros.

En relación con el objetivo general planteado, el estudio permitió proponer un modelo conceptual de sistema inteligente basado en IA y aprendizaje automático capaz de optimizar de manera automática y personalizada los parámetros de adquisición en radiología digital. Los hallazgos obtenidos demuestran que dicho modelo es viable desde una perspectiva teórica y se alinea con la necesidad de mejorar la calidad diagnóstica, reducir la dosis de radiación y estandarizar los procesos técnicos según las características individuales de cada paciente.

### Referencias Bibliográficas

- Carestream. (2021, septiembre 20). *Applying AI in radiology to optimize workflow*. . LinkedIn.
- Castaño, M. A., et al. (2024). *Optimización de parámetros en tomografía computarizada con inteligencia artificial: comparativa de algoritmos para mejorar imagen y reducir radiación*. [Diplomado de profundización para grado]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65290>
- Cooper, R. L., & Jenkins, D. E. (2019). Balancing image quality and radiation dose in digital radiography: An evidence-based review. *Clinical Radiology*, 74(8), 613–620. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2019.04.001>
- Davis, A. R., & Clark, M. H. (2018). *Challenges and solutions for digital radiography quality control: A technical perspective*. *Radiological Technology Review*, 89(1), 12–25. [https://www.researchgate.net/publication/364329505\\_Dose\\_Optimization\\_and\\_Image\\_Quality\\_in\\_Digital\\_Radiography\\_A\\_Review\\_Article](https://www.researchgate.net/publication/364329505_Dose_Optimization_and_Image_Quality_in_Digital_Radiography_A_Review_Article)
- Dudhe, S. S., Mishra, G., Parihar, P., Nimodia, D., & Kumari, A. (2024). *Radiation dose optimization in radiology: A comprehensive review of safeguarding patients and preserving image fidelity*. *Cureus*, 16(5), e60846. <https://doi.org/10.7759/cureus.60846>
- Garmendia, C., Gonzalo, N., Blanco, P. J., & García, H. M. (2024). *Implicancias de la inteligencia artificial en los métodos de imagen endovascular*. *Revista Argentina de Cardiología*, 92(1), 42–54. <https://doi.org/10.7775/rac.es.v92.i1.20728>
- López, I. (s.f.). *Cómo mejorar la eficiencia del servicio de radiología con inteligencia artificial*. *Transmural Biotech*. <https://transmuralbiotech.com/como-mejorar-la-eficiencia-del-servicio-de-radiologia-con-inteligencia-artificial>

- Marsh, B. L., & Taylor, J. S. (2020). *Variation in pediatric digital radiography exposure parameters: A multicenter study*. *Pediatric Radiology*, 50(6), 845–853.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9579183/>
- Medical Imaging Español. (2023). *Sistema de RD impulsado por IA produce imágenes de mayor calidad al tiempo que limita dosis de radiación en pacientes pediátricos*. Medical Imaging Español. <https://www.medimaging.es/radiografia/articulos/294799548/sistema-de-rd-impulsado-por-ia-produce-imagenes-de-mayor-calidad-al-tiempo-que-limita-dosis-de-radiacion-en-pacientes-pediatricos>
- Melazzini, L., Bortolotto, C., Brizzi, L., Achilli, M., Basla, N., D’Onorio De Meo, A., Gerbasi, A., Bottinelli, O. M., Bellazzi, R., & Preda, L. (2025). AI for image quality and patient safety in CT and MRI. *European Radiology Experimental*, 9(1), 28.  
<https://doi.org/10.1186/s41747-025-00562-5>
- Pérez del Barrio, A., Menéndez Fernández-Miranda, P., Sanz Bellón, P., Lloret Iglesias, L., & Rodríguez González, D. (2022). *Inteligencia artificial en radiología: Una introducción a los conceptos más importantes*. *Radiología*, 64(3), 228–236.  
<https://doi.org/10.1016/j.rx.2022.03.003>
- Vian, A., Eifer, D. A., Anes, M., Garcia, G. R., & Recamonde-Mendoza, M. (2025). Exploring the feasibility of AI-assisted spine MRI protocol optimization using DICOM image metadata. *arXiv*. <http://arxiv.org/abs/2502.02351>
- Wagner, A. (2025). Detección de neumonía con inteligencia artificial: menor dosis de radiación, igual precisión. *RadiologíaLatam*. <https://radiologialatam.com/ia-neumonia-torax-tc-ultra-baja-dosis/>