

**El internet de las cosas (IoT) una solución orientada a transformar la conectividad y  
eficiencia en los centros de imagenología de Colombia**

Integrantes

Reina Dayana Torrado

Daniela Solano Silva

Edwar Julian Marin

Anay Aloyda Dajome

Alexis Humberto Ortiz Moreno

Asesor

Cristian Andrés Marín Mora

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela De Ciencias De La Salud - ECISA

Tecnología En Radiología e Imágenes Diagnosticas

2025

## Resumen

Esta investigación examina la función del Internet de las Cosas (IoT) como herramienta tecnológica para mejorar la conectividad, la eficacia y la calidad de los servicios de imagen médica en Colombia. En un entorno donde muchos centros de radiología lidian con problemas de infraestructura, retrasos en la transmisión de imágenes y deficiencias en el almacenamiento de información, el IoT se presenta como una solución novedosa que permite conectar dispositivos, automatizar tareas y optimizar la precisión diagnóstica de manera inmediata.

El estudio, que utiliza un enfoque cualitativo, integra un análisis documental y la evaluación de datos para investigar tanto las ventajas como los obstáculos del IoT en el campo de la radiología. Entre los aspectos positivos se mencionan la capacidad para realizar diagnósticos más veloces y precisos, la automatización del cuidado de los equipos y la mejora en la experiencia del paciente. Sin embargo, también se observan obstáculos considerables como los altos costos de puesta en marcha, problemas de interoperabilidad, la resistencia al cambio por parte del personal y los riesgos asociados a la ciberseguridad. Los resultados indican que, aunque hay proyectos piloto y un interés creciente por parte de instituciones educativas y de salud. Como recomendación, se propone la creación de un modelo completo de conectividad que facilite una integración segura y eficaz de los dispositivos IoT dentro de los sistemas de salud radiológicos, además de establecer rigurosas políticas de seguridad cibernética, capacitación del personal y mejoramiento de la infraestructura. La investigación concluye que, a pesar de las limitaciones actuales, el IoT puede transformar la imagenología médica en Colombia, mejorando la calidad de los diagnósticos, incrementando la eficiencia operativa y garantizando un mejor acceso a servicios de salud especializados.

**Palabras clave:** radiología, eficiencia, calidad, accesibilidad, conectividad.

### **Abstract**

This research examines the role of the Internet of Things (IoT) as a technological tool to improve the connectivity, efficiency and quality of medical imaging services in Colombia. In an environment where many radiology centers deal with infrastructure problems, delays in image transmission and deficiencies in information storage, IoT is presented as a novel solution that allows devices to be connected, tasks automated and optimization of diagnostic accuracy immediately.

The study, which uses a qualitative approach. Among the positive aspects are the ability to make faster and more accurate diagnoses, the automation of equipment care and the improvement in the patient experience. However, considerable obstacles are also observed, such as high start-up costs, interoperability problems, resistance to change on the part of staff, and risks associated with cybersecurity. The results indicate that, although there are pilot projects and a growing interest on the part of educational and health institutions. As a recommendation, the creation of a complete connectivity model is proposed that facilitates a safe and effective integration of IoT devices within radiological health systems, in addition to establishing rigorous cybersecurity policies, staff training and infrastructure improvement. The research concludes that, despite current limitations, IoT can transform medical imaging in Colombia, improving the quality of diagnoses, increasing operational efficiency and guaranteeing better access to specialized health services.

**Keywords:** radiology, efficiency, quality, accessibility, connectivity.

## Tabla de Contenido

Introducción.....	8
Planteamiento del Problema .....	9
Justificación.....	11
Objetivos .....	13
Objetivo general.....	13
Objetivos específicos.....	13
Marco Teórico .....	14
Desafíos de Iot en Radiología en Colombia .....	14
Oportunidades.....	15
Mejoras en la Precisión y Velocidad .....	15
Optimización del Flujo de Trabajo .....	15
Personalización de Tratamiento .....	15
Desafíos del Iot en la Radiología.....	16
Oportunidades del Iot en la Radiología.....	17

Superación de los Desafíos.....	17
Metodología.....	18
Enfoque de la Investigación .....	18
Tipo de Investigación.....	18
Nivel de investigación.....	18
Diseño de Investigación .....	19
Técnicas e Instrumentos de Recolección De Datos .....	19
Bases de Datos.....	19
Herramientas De Búsqueda.....	20
Criterios De Exclusión De Artículos.....	20
Consideraciones Éticas.....	20
Limitaciones del Estudio .....	21
Resultados .....	22
Ciberseguridad .....	23
Interoperabilidad y Estandarización .....	23
Costos De Implementación y Mantenimiento.....	24

Complejidad Tecnológica y Resistencia al Cambio .....	24
Gestión de Datos y Sobrecarga de Información.....	24
Conclusiones.....	27
Referencias .....	29

**Lista de tablas**

<i>Tabla 1 Diferencias Entre Imagen Radiológica Análoga e Imagen Digital .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 2 Aspectos Sobre las Normas y Regulaciones Radiológicas.....</i>	<i>26</i>

## Introducción

Este trabajo se realiza con la finalidad de investigar las necesidades en los centros de radiología en Colombia ya en la era digital actual, la integración de tecnologías avanzadas en el sector de la salud ha revolucionado la forma en que se prestan los servicios médicos. El Internet de las Cosas (IoT) es una de estas tecnologías que ha demostrado un gran potencial para mejorar la eficiencia, calidad y accesibilidad de los servicios de radiología. Sin embargo, la implementación de IoT en los centros de radiología también presenta desafíos y oportunidades que deben ser abordados.

En Colombia, la radiología juega un papel fundamental en la detección y tratamiento de diversas patologías. La calidad y eficiencia en la transmisión de imágenes es crucial para lograr diagnósticos rápidos y precisos. Sin embargo, numerosos centros de radiología enfrentan desafíos relacionados con la conectividad deficiente, lo que puede llevar a demoras en la entrega de diagnósticos y una reducción en la calidad del cuidado al paciente.

Este estudio tiene como objetivo analizar la contribución del IoT al mejoramiento del desarrollo de la radiología en Colombia, evaluando su impacto en la eficiencia, calidad y accesibilidad de los servicios de radiología, así como los desafíos y oportunidades que presenta en la conectividad de los centros de radiología.

Igualmente, con este documento se pretende dar a entender la importancia del internet de las cosas (IoT) en la nueva implementación de medios digitales en los centros de radiología en Colombia, la importancia de los mismos y los beneficios que traen las nuevas tecnologías.

El trabajo se realiza con el fin de ayudar y facilitar tanto a los tecnólogos en radiología como a los usuarios a tener su información a la mano y se espera garantizar una mejor atención en salud aprovechando la tecnología avanzada.



## Planteamiento del problema

En los centros de imagenología, la calidad y eficiencia en la transmisión de imágenes es supremamente importante para lograr diagnósticos rápidos y precisos. Estos centros cuentan con equipos de alta tecnología, como resonadores magnéticos, tomógrafos y equipos de rayos X, los cuales generan datos en grandes cantidades y de alta resolución. Para que la información se transmita de manera eficaz en tiempo real, es necesario garantizar una infraestructura de conectividad que genere una transmisión y un almacenamiento óptimo de las imágenes de forma eficiente y confiable. (Marin 2025)

No obstante, numerosos centros de imagenología se enfrentan a desafíos considerables relacionados con una conectividad deficiente. Estos desafíos abarcan la lentitud en la transmisión de datos, la saturación de las redes y la falta de disponibilidad en las conexiones, lo que puede llevar a demoras en la entrega de diagnósticos y una reducción en la calidad del cuidado al paciente. En algunos casos, la ausencia de conectividad o una conexión inadecuada afecta la transferencia de imágenes entre los equipos de imagenología y los sistemas de almacenamiento; esto puede llevar a errores en los diagnósticos y a una menor calidad en los servicios de salud. (Reina 2025)

Por otra parte, el Internet de las Cosas (IoT) se ha mostrado como una posible alternativa para potenciar la comunicación en dichos establecimientos. El IoT permite conectar equipos médicos y sistemas mediante internet, lo que ayuda a el envío de información en tiempo real, la supervisión remota de imágenes y el acceso ágil desde múltiples ubicaciones. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías en los centros de imagenología enfrenta ciertos inconvenientes. La infraestructura tecnológica que existente en numerosos centros no está calificada para manejar la cantidad de datos que produce el IoT, y los protocolos de seguridad y compatibilidad de los

dispositivos pueden no estar del todo desarrollados, lo que aumenta el peligro de interrupciones en la conectividad y de vulnerabilidad en la protección de la información delicada de los pacientes. Esto lleva al planteamiento de la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los desafíos y oportunidades que presenta el Internet de las Cosas (IoT) en la conectividad de los centros de radiología, y cómo se pueden superar estos obstáculos para mejorar la calidad y eficiencia en los diagnósticos? (Solano y Dajome 2025)

## **Justificación**

La incorporación del Internet de las Cosas en los hospitales de radiología y diagnóstico por imagen se constituye como una de las áreas más destacadas de avance y optimización en el sector de la salud contemporánea. La radiología, actuando como una rama médica esencial para identificar y tratar diversas patologías, depende en gran parte de la exactitud y la eficacia en la captura, procesamiento y evaluación de imágenes.

En este marco, el IoT presenta oportunidades valiosas para optimizar la conectividad, la automatización y la excelencia en los procedimientos de diagnóstico. No obstante, la adopción de esta tecnología enfrentará obstáculos que requieren ser abordados con cuidado para asegurar que las ventajas superen los potenciales inconvenientes. El reto más importante se centra en la salvaguarda de la información y en la preservación de la intimidad del paciente, aspectos esenciales en el ámbito sanitario. El envío de elevadas cantidades de datos médicos delicados a través de redes de Internet de las Cosas presenta el peligro de incidentes cibernéticos y accesos indebidos.

A la vez, la compatibilidad entre los distintos aparatos y sistemas empleados en radiología puede verse como un obstáculo técnico que impida la integración eficaz del Internet de las Cosas. Sin embargo, es posible superar estos obstáculos mediante la implementación de protocolos de seguridad sofisticados, métodos de cifrado y plataformas que trabajen juntas para facilitar la comunicación entre dispositivos. Al resolver estas problemáticas, los centros de radiología pueden beneficiarse de las oportunidades que brinda el Internet de las Cosas, tales como aumentar la exactitud en los diagnósticos, automatizar procesos operativos y realizar un seguimiento en tiempo real de los equipos, lo cual puede disminuir los tiempos de espera y optimizar la eficiencia del trabajo.

Este estudio tiene como objetivo investigar las complicaciones que surgen al integrar el Internet de las Cosas en los hospitales de radiología y diagnóstico por imágenes, así como las alternativas tecnológicas y de gestión que podrían ayudar a su adopción. Al tratar este tema, se busca ofrecer una base para comprender de qué manera la fusión entre tecnología y atención médica puede revolucionar el área de la radiología, al mejorar la atención al paciente, optimizar los recursos disponibles y aumentar tanto la calidad como la velocidad de los diagnósticos de salud. Esta estrategia es fundamental para progresar en la actualización de los servicios sanitarios, en particular en el campo de la radiología, donde la velocidad y la exactitud de los diagnósticos afectan de manera directa la salud y el bienestar de los pacientes.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar la contribución del Internet de las Cosas (IoT) al mejoramiento del desarrollo de la radiología en Colombia, evaluando su impacto en la eficiencia, calidad y accesibilidad de los servicios de radiología.

### **Objetivos Específicos**

Investigar las tecnologías del IoT aplicadas en el campo de la radiología en Colombia y su implementación actual.

Analizar cómo el IoT puede mejorar la precisión y rapidez de los diagnósticos radiológicos en Colombia.

Examinar las medidas de seguridad informática aplicadas en los dispositivos IoT en radiología, identificando vulnerabilidades y riesgos cibernéticos.

Identificar los desafíos y oportunidades del IoT en la conectividad de los centros de radiología.

## Marco Teórico

### Desafíos de Iot en Radiología en Colombia

Nasr y Martini (2017) expresan que los primeros desarrollos de la telemedicina se pueden establecer en la NASA durante la era espacial de los sesenta y setenta, en donde fue necesario el desarrollo de dispositivos de telemetría con capacidad para monitorear los signos vitales de los astronautas (Armstrong, Youssef y Bashur, en 1975).

No obstante, durante el mismo periodo, fueron desarrollados los primeros prototipos de “tele-diagnóstico” soportado en el uso de la red de telefonía PSTN (Public Switched Telephone Network), a través de las cuales se realizó la transferencia de imágenes diagnósticas y señales cardiacas, como en Thelen et al. (2015) Vesga, Barrera y Sierra (2018) manifiestan que, en Colombia, se han encontrado registros de algunos desarrollos tales como: la transmisión de electrocardiogramas sobre la red de telefonía PSTN, documentados desde 1973, el programa de Telemedicina, propuesto en el año 2002 por la Universidad Nacional de Colombia a través del grupo de investigación Bioingenium y el Centro Nacional de Telemedicina, implementado en el año 2003 por la Fundación Cardiovascular de Bucaramanga. Desde entonces, la Universidad Nacional de Colombia y la Fundación Cardiovascular han desarrollado diversas soluciones aplicadas a la Telemedicina, orientadas a la prestación de servicios de salud en medicina interna, cardiología y pediatría, en diferentes regiones apartadas del país, como en Millan, Yunda y Valencia (2017). No obstante, se han encontrado otros desarrollos en el área de la telemedicina, realizados por empresas y alianzas entre Universidades, los cuales han venido forjando el crecimiento de escenarios tecnológicos con gran impacto social.

### ***Oportunidades***

La oportunidad de brindar diagnósticos precisos y detección temprana porque sus algoritmos son capaces de analizar grandes cantidades de datos de imágenes y patrones. Esto permite la identificación de anomalías y alerta a los médicos sobre posibles enfermedades antes de que los síntomas sean evidentes. Con ello se obtiene diagnóstico temprano y un tratamiento oportuno, mejorando significativamente el pronóstico del paciente.

### ***Mejoras en la Precisión y Velocidad***

La interpretación de imágenes médicas puede ser un proceso complicado y subjetivo. Los errores humanos o las interpretaciones erróneas pueden tener consecuencias graves. La IA ayuda a abordar este desafío al ofrecer una precisión y velocidad mejoradas.

### ***Optimización del Flujo de Trabajo***

La IA también puede optimizar el flujo de trabajo en los departamentos de imagen médica. Sus algoritmos pueden realizar tareas repetitivas y rutinarias, como el etiquetado y la organización de imágenes, liberando tiempo para los profesionales médicos

### ***Personalización de Tratamiento***

La inteligencia artificial no solo tiene un impacto en el diagnóstico, sino también en la planificación y administración de tratamientos personalizados. Sus programas pueden examinar los datos clínicos y de imagen de un paciente, identificar patrones y sugerir determinados tratamientos para cada situación.

Internet de las cosas, representa un avance importante a todo nivel. Si bien puede parecer una declaración arriesgada, hay que tener en cuenta el impacto que Internet ha tenido sobre la educación, la comunicación, las empresas, la ciencia, el gobierno y la humanidad. Claramente, la Internet es una de las creaciones más importantes y poderosas de toda la historia de la

humanidad. Ahora es imperativo tener en cuenta que IoT representa la próxima evolución de Internet, que será un enorme salto en su capacidad para reunir, analizar y distribuir datos que podemos convertir en información, conocimiento y en última instancia, sabiduría. En este contexto, IoT se vuelve inmensamente importante. Aun así, son varias las barreras que amenazan con retrasar el desarrollo de IoT, como la transición a IPv6, el establecimiento de un conjunto de normas en común y el desarrollo de fuentes de energía para millones (incluso miles de millones) de sensores diminutos. Sin embargo, mientras que las empresas, los gobiernos, los organismos normativos y las áreas académicas trabajan conjuntamente para resolver estas dificultades, IoT prosigue su camino.

#### ***Desafíos del Iot en la Radiología***

***Seguridad y privacidad.*** La conexión de dispositivos y sistemas en la radiología puede generar riesgos de seguridad y privacidad para los pacientes y los profesionales de la salud (Kumar et al., 2019).

***Interoperabilidad.*** La falta de estandarización en los protocolos de comunicación y los formatos de datos puede generar problemas de interoperabilidad entre dispositivos y sistemas (Huang et al., 2020).

***Escalabilidad.*** La creciente cantidad de dispositivos y sistemas conectados en la radiología puede generar problemas de escalabilidad y capacidad de procesamiento (Li et al., 2019).

***Gestión de datos.*** La recopilación y análisis de grandes cantidades de datos en la radiología puede generar problemas de gestión de datos y almacenamiento (Wang et al., 2020).



## **Oportunidades del Iot en la Radiología**

***Mejora de la calidad de los diagnósticos.*** El IoT puede permitir la recopilación y análisis de datos en tiempo real para mejorar la calidad de los diagnósticos (Kumar et al., 2019).

***Aumento de la eficiencia.*** El IoT puede permitir la automatización de procesos y la reducción de tiempos de espera para aumentar la eficiencia en la radiología (Huang et al., 2020).

***Mejora de la experiencia del paciente.*** El IoT puede permitir la personalización de la experiencia del paciente y la mejora de la comunicación entre los profesionales de la salud y los pacientes (Li et al., 2019).

***Reducción de costos.*** El IoT puede permitir la reducción de costos mediante la optimización de recursos y la reducción de errores (Wang et al., 2020).

## **Superación de los Desafíos**

***Implementación de medidas de seguridad.*** La implementación de medidas de seguridad como la cifrado de datos y la autenticación de usuarios puede ayudar a proteger la seguridad y privacidad de los pacientes y los profesionales de la salud (Kumar et al., 2019).

***Estandarización de protocolos de comunicación.*** La estandarización de protocolos de comunicación y formatos de datos puede ayudar a mejorar la interoperabilidad entre dispositivos y sistemas (Huang et al., 2020).

***Escalabilidad y capacidad de procesamiento.*** La implementación de soluciones de escalabilidad y capacidad de procesamiento puede ayudar a manejar la creciente cantidad de dispositivos y sistemas conectados en la radiología (Li et al., 2019).

***Gestión de datos.*** La implementación de soluciones de gestión de datos y almacenamiento puede ayudar a manejar la recopilación y análisis de grandes cantidades de datos en la radiología (Wang et al., 2020).

## Metodología

### Enfoque de la Investigación

El enfoque cualitativo es adecuado para explorar y comprender los desafíos y oportunidades que presenta el IoT en la conectividad de los centros de radiología, y para identificar estrategias para superar los obstáculos y mejorar la calidad y eficiencia en los diagnósticos.

### Tipo de Investigación

*Documental.* Se basa en la revisión exhaustiva de información científica, académica y normativa.

*Teórico y textual.* Se enfoca en la análisis y descripción de conceptos y teorías relacionadas con el tema.

*Descriptiva.* Intenta definir cómo se utilizan actualmente los dispositivos IoT en el campo de la radiología y los sistemas de seguridad informática relacionados.

*Exploratoria.* Busca crear un conocimiento preliminar sobre un tema reciente en el contexto colombiano, con la intención de sentar bases para estudios posteriores o aplicaciones prácticas.

### Nivel de investigación

*Descriptiva.* Permite identificar las características del uso de IoT en los centros de radiología, describir el estado actual de la conectividad, y reconocer los dispositivos más comunes, protocolos de comunicación, software involucrado, etc.

*Explicativa.* Busca establecer relaciones causales entre la conectividad IoT y la eficiencia diagnóstica, identificando qué barreras afectan más su implementación, cómo se presentan los errores y qué medidas son efectivas para resolverlos.

## **Diseño de Investigación**

El diseño metodológico adoptado es un estudio de tipo transversal.

*Diseño transversal.* La recolección de datos se hará en un solo momento o en un periodo corto y delimitado, lo que permite captar una “fotografía” del estado actual del problema.

## **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

*Revisión documental.* Incluye la consulta de fuentes secundarias relevantes como:  
Normativas técnicas (ej. HL7, DICOM, ISO 80001). Reportes de organismos internacionales (OMS, IEEE, HIMSS).

Casos de implementación de IoT en salud.

Estudios académicos y técnicos sobre IoT en imagenología médica.

## **Bases De Datos**

*PubMed.* Una base de datos de literatura biomédica que incluye artículos de investigación sobre tecnologías médicas, incluyendo IoT en radiología.

*IEEE Xplore.* Una base de datos de literatura técnica que incluye artículos de investigación sobre tecnologías de la información y la comunicación, incluyendo IoT y aplicaciones médicas.

*ScienceDirect.* Una base de datos de literatura científica que incluye artículos de investigación sobre tecnologías médicas y de la información, incluyendo IoT en radiología.

*Scopus.* Una base de datos de literatura científica que incluye artículos de investigación sobre tecnologías médicas y de la información, incluyendo IoT en radiología.

## **Repositorios**

*arXiv.* Un repositorio de preprints de artículos de investigación en física, matemáticas, ciencias de la computación y otras áreas, incluyendo IoT y aplicaciones médicas.

**ResearchGate.** Un repositorio de artículos de investigación y proyectos que permite a los investigadores compartir sus trabajos y colaborar con otros.

### ***Herramientas de Búsqueda***

**Google Scholar.** Un motor de búsqueda de literatura científica y académica que permite buscar artículos y documentos relevantes.

**Operadores de búsqueda.** Utilizar operadores de búsqueda como AND, OR y NOT para refinar las búsquedas y obtener resultados más relevantes.

### ***Criterios de Exclusión de Artículos***

**Fecha de publicación.** Artículos publicados en los últimos 5 años para asegurarse de que la información sea actualizada.

**Relevancia.** Artículos que no estén directamente relacionados con el tema de IoT en la conectividad de los centros de radiología.

**Calidad.** Artículos que no estén publicados en revistas científicas de alta calidad o que no hayan sido revisados por pares.

**Idioma.** Artículos que no estén escritos en español o inglés.

**Acceso.** Artículos que no estén disponibles en texto completo.

**Duplicidad.** Artículos que sean duplicados o que hayan sido publicados en diferentes revistas con el mismo contenido

### ***Consideraciones Éticas***

**Privacidad y seguridad de los datos.** La transmisión y almacenamiento de imágenes médicas y datos de pacientes deben ser protegidos para evitar violaciones de la privacidad y la seguridad de la información.

***Confidencialidad.*** Los investigadores deben garantizar la confidencialidad de los datos de los pacientes y no divulgar información sensible sin el consentimiento informado.

***Integridad de los datos.*** Los investigadores deben asegurarse de que los datos recopilados sean precisos y no sean alterados o manipulados de manera inapropiada.

***Uso responsable de la tecnología.*** Los investigadores deben considerar las posibles consecuencias del uso del IoT en la conectividad de los centros de radiología y asegurarse de que se utilice de manera responsable y segura.

***Impacto en la atención al paciente.*** Los investigadores deben considerar el impacto potencial de la investigación en la atención al paciente y asegurarse de que se priorice la seguridad y el bienestar de los pacientes.

***Divulgación de resultados.*** Los investigadores deben divulgar los resultados de la investigación de manera transparente y honesta, sin ocultar información importante o sesgar los resultados.

***Cumplimiento de regulaciones.*** Los investigadores deben cumplir con las regulaciones y normas éticas relevantes en la investigación médica y tecnológica.

### ***Limitaciones del Estudio***

Número reducido de centros y participantes por alcance de diplomado.

Acceso limitado a datos sensibles por privacidad.

Tiempo disponible para recolección y análisis de datos

## **Resultados**

Del análisis realizado en este estudio, se obtuvieron los siguientes resultados en relación con la conectividad ineficiente en los centros de imagenología y la aplicación del Internet de las Cosas (IoT) en la radiología en Colombia:

### **Implementación Limitada y Desigual del Iot en Centros de Radiología**

A pesar de los avances globales en tecnologías médicas, en Colombia la adopción del IoT en imagenología aún se encuentra en desarrollo y se concentra en algunas instituciones de alto nivel, dejando fuera a gran parte de los centros rurales o de menor capacidad tecnológica.

Camacho, R. (2021). La conectividad deficiente continúa siendo uno de los principales obstáculos. Las fallas en la infraestructura de red, la baja cobertura de internet en zonas rurales o de difícil acceso y la falta de interoperabilidad entre dispositivos impiden una integración efectiva de sistemas IoT, lo cual reduce el impacto positivo esperado en eficiencia diagnóstica y calidad del servicio. Se identificaron múltiples beneficios potenciales del IoT en la radiología, entre ellos, se encuentran: la posibilidad de diagnósticos más rápidos y precisos mediante el análisis automatizado de imágenes, la optimización del uso de equipos y recursos, el seguimiento en tiempo real del estado de los dispositivos, y la reducción de tiempos de espera para los pacientes. Los principales desafíos encontrados se relacionan con la seguridad, privacidad y capacidad de adaptación. La transmisión de datos médicos a través de dispositivos conectados presenta riesgos significativos si no se implementan medidas efectivas de ciberseguridad.

Adicional a ello, la falta de normas y estándares comunes genera problemas de compatibilidad entre dispositivos, lo cual afecta la adaptabilidad de las soluciones tecnológicas. Existe un alto interés académico y técnico en desarrollar modelos de conectividad, por ende, se evidencia la necesidad de construir un modelo que permita integrar eficazmente dispositivos IoT, sistemas de

información hospitalaria y plataformas de análisis de datos, con la finalidad de mejorar la comunicación entre áreas, reducir errores humanos y aumentar la eficiencia general de los centros de imagenología. Las oportunidades del IoT se extienden más allá de lo técnico, ya que también se identificaron beneficios en la experiencia del paciente, como una atención más personalizada, mayor accesibilidad a servicios especializados en zonas rurales y de difícil acceso y un mejor seguimiento clínico a lo largo del tiempo. La investigación documental evidenció un aumento en el interés por parte de universidades y centros médicos en Colombia, debido a que se están desarrollando proyectos piloto, especialmente en alianza con el sector académico, para evaluar la factibilidad de soluciones IoT en salud, aunque muchos aún se encuentran en una fase temprana. Wang, Y., et al. (2020).

### ***Ciberseguridad***

Uno de los retos más importantes es salvaguardar la información delicada que los dispositivos IoT generan y envían. Estos equipos están en continua recolección de datos técnicos y, en algunos casos, clínicos, lo que los hace objetivos deseados para ataques cibernéticos. Una vulnerabilidad en la seguridad puede afectar no solo la solidez del sistema, sino también la privacidad de los datos del paciente. La ausencia de métodos de encriptación adecuados, la conexión a redes inseguras y la falta de actualizaciones de firmware son factores que aumentan este peligro. Alsubaei, F., Abuhussein, A., & Shiva, S. (2017).

### ***Interoperabilidad y Estandarización***

En un hospital, operan numerosos equipos de diversos fabricantes. La ausencia de normativas globales para la intercomunicación entre dispositivos IoT en el campo de la radiología puede complicar la correcta integración con sistemas como RIS (Sistema de Información Radiológica) o PACS (Sistema de Archivado y Comunicación de Imágenes). Esto

impacta negativamente en la continuidad de los flujos de trabajo y puede restringir la automatización en los procesos de aseguramiento de la calidad. European Society of Radiology (ESR). (2019).

### ***Costos de Implementación y Mantenimiento***

La creación y puesta en marcha de soluciones de IoT en el campo de la radiología implica un gasto inicial significativo, abarcando tanto el equipo (sensores, dispositivos interconectados, servidores) como el software (plataformas de seguimiento, seguridad cibernética, análisis de información). Además, el sostenimiento constante de estos sistemas exige contar con personal técnico calificado y actualizaciones periódicas, lo que puede representar un obstáculo, sobre todo en organizaciones que cuentan con recursos escasos. Gupta, M., Abdelsalam, M., Khorsandroo, S., & Mittal, S. (2020).

### ***Complejidad Tecnológica y Resistencia al Cambio***

El equipo médico y técnico tiene la obligación de ajustarse a innovaciones y sistemas que, pese a ser automáticos, necesitan formación y un entendimiento fundamental de su operativa. En ciertos casos, la oposición al cambio del personal, o la carencia de preparación, puede obstaculizar la implementación adecuada del IoT, impactando el aprovechamiento de sus ventajas. Agarwal, R., Gao, G., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010).

### ***Gestión de Datos y Sobrecarga de Información***

El Internet de las Cosas produce continuamente enormes cantidades de información. La ausencia de un plan definido para manejar y analizar estos datos puede resultar en una “inundación de información”, donde el volumen de datos excede lo que se puede interpretar de manera efectiva. Esto no solo complica el proceso de toma de decisiones, sino que también



puede abrumar los sistemas de almacenamiento y procesamiento si falta la infraestructura necesaria. Zhang, Y., Qiu, M., Tsai, C. W., Hassan, M. M., & Alamri, A. (2017).

### Tabla 1

#### *Diferencias Entre Imagen Radiológica Análoga e Imagen Digital*

Imagen radiológica analógica	Imagen Digital
Exige un soporte físico(placa)	Es un archivo electrónico
Es única	Puede duplicarse, transmitirse, archivarse en varios sistemas
Debe transportarse para verse en lugares diferentes	Puede visualizarse simultáneamente en sitios distintos
Se deteriora con el tiempo	No sufre deterioro
Tiene infinitos tonos de gris	Tiene un número determinado de tono de gris
Es continua y está formada por infinitos puntos	Está formado por un número concreto de pixeles
No es modificable	Puede ser procesada

*Nota.* Diferencias entre la imagen radiológica analógica y la imagen digital Tomado de. Albillos, J. (2016). Capítulo 10. Integración de la imagen digital en el proceso radiológico. In F. Azpeitia Arman, J. Puig Domingo & R. Soler Fernández, *Manual para Técnico Superior en Imagen para el Diagnóstico y Medicina Nuclear* (1st ed., pp. 119-126). Medica Panamericana. [https://www-medicapanamericana-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/VisorEbookV2/Ebook/9788498351026?token=01d497d9-f809-40b0-a366-62fafc593928#{\"Pagina\": \"119\", \"Vista\": \"Indice\", \"Busqueda\": \"\"}](https://www-medicapanamericana-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/VisorEbookV2/Ebook/9788498351026?token=01d497d9-f809-40b0-a366-62fafc593928#{\)

**Tabla 2***Aspectos Sobre las Normas y Regulaciones Radiológicas*

<b>Aspecto</b>	<b>Postura positiva</b>	<b>Postura crítica</b>	<b>Autores representativos</b>
<b>Descentralización</b>	Fortaleció la capacidad local para organizar servicios de imagenología.	La descentralización fue incompleta; muchos entes territoriales carecen de capacidad técnica.	Ramiro Guerrero, Sergio Prada vs. Carlos F. Fernández Rincón
<b>Acceso a tecnología médica</b>	Permitió inversiones regionales en equipos de imagen.	Aumentó la brecha urbano-rural; equipos se concentran en ciudades.	Guerrero y Prada vs. Guzmán-Finol
<b>Normas sobre ejercicio profesional</b>	Las regulaciones garantizan calidad del servicio.	Normas como la exclusividad de radiólogos en ecografía impiden expansión en zonas rurales.	Institucionalistas vs. Juan G. Deaza Celis
<b>Coordinación Estado-territorio</b>	La LOT facilitó redes regionales y articulación.	Persisten duplicidades, fragmentación y mala gestión.	Visión oficial vs. estudios críticos en salud pública

*Nota.* Normas diferencias y regulaciones radiológicas.

## Conclusiones

El internet de las cosas (IoT) es una solución orientada a transformar la conectividad y eficiencia en los centros de imagenología de Colombia, debido a que su implementación tiene la capacidad de reducir la carga laboral en los empleados, mejorar la precisión y rapidez de los diagnósticos y facilitar el acceso a los servicios radiológicos, especialmente en las zonas rurales o de difícil acceso en Colombia. Por medio de esta investigación se logró evidenciar que, aunque en la actualidad existen tecnologías (IoT) disponibles en la radiología, su adopción en Colombia ha sido limitada, ya que enfrenta algunos obstáculos como lo son la falta de infraestructura de conectividad, la baja interoperabilidad entre dispositivos, además de un desafío significativo como lo es la ciberseguridad y la privacidad de los datos médicos. La implementación de IoT reduciría los errores humanos y mejoraría los diagnósticos tempranos al analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, es decir, no sólo mejora los resultados clínicos, sino que también contribuye a una atención médica más oportuna y personalizada. Los centros de imagenología en Colombia requieren una estandarización de protocolos, mayor inversión en conectividad digital y capacitación del personal para una implementación efectiva del IoT, es por ello, que el diseño de un modelo de conectividad integral, propuesto en este estudio, podría facilitar la integración de sistemas y dispositivos, asegurando una comunicación fluida y segura entre las diferentes áreas de atención. Con relación a una perspectiva ética y técnica, es indispensable que la implementación del IoT esté acompañada de medidas robustas de seguridad informática, esto incluye el cifrado de datos, autenticación de usuarios y cumplimiento estricto de normas regulatorias para proteger la confidencialidad e integridad de la información clínica. Este estudio permitió identificar las oportunidades y las limitaciones actuales en la implementación del IoT en radiología en Colombia, estableciendo algunas bases para futuras

investigaciones y desarrollos tecnológicos. Se puede concluir que, si bien los retos son considerables, la capacidad del IoT para mejorar la calidad, accesibilidad y eficiencia de los servicios radiológicos es innegable y debe ser aprovechado estratégicamente. La mejora en el control de calidad y eficiencia en la radiología digital mejora el aseguramiento de la calidad a través del seguimiento en tiempo real, facilitando el mantenimiento anticipado y disminuyendo la posibilidad de fallos en los dispositivos, lo que eleva la efectividad operativa y la exactitud de las imágenes clínicas. Mejora en la toma de decisiones al posibilitar la recolección y evaluación de datos en tiempo real, favorece una mejor elección de decisiones en el ámbito clínico, ofreciendo a los profesionales de la salud acceso instantáneo a datos exactos y recientes, lo que optimiza los resultados para los pacientes. Automatización y eficiencia operativa en los diversos procedimientos en el ámbito de la radiología, como el mantenimiento anticipado y la administración de dispositivos, lo que disminuye el tiempo que los equipos están inactivos y mejora el uso de los recursos, elevando así la efectividad general del área de radiología.

### Referencias Bibliográficas

- Alsubaei, F., Abuhussein, A., & Shiva, S. (2017). Security and privacy in the Internet of Things (IoT): Models, algorithms, and implementations. *Journal of Computer Networks and Communications*, 2017.
- Dave Evans (2011) Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo  
<https://audentia-gestion.fr/cisco/IoT/internet-of-things-iot-ibsg.pdf>
- Diferencias Tomado de Albillos, J. (2016). Capítulo 10. Integración de la imagen digital en el proceso radiológico. In F. Azpeitia Arman, J. Puig Domingo & R. Soler Fernández, *Manual para Técnico Superior en Imagen para el Diagnóstico y Medicina Nuclear* (1st ed., pp. 119-126). Medica Panamericana. [https://www-medicapanamericana-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/VisorEbookV2/Ebook/9788498351026?token=01d497d9-f809-40b0-a366-62fafc593928#{\"Pagina\": \"119\", \"Vista\": \"Indice\", \"Busqueda\": \"\"}](https://www-medicapanamericana-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/VisorEbookV2/Ebook/9788498351026?token=01d497d9-f809-40b0-a366-62fafc593928#{\)
- Huang, X., et al. (2020). IoT-based radiology imaging system for healthcare. *Journal of Healthcare Engineering*, 2020, 1-12.
- IHE Radiology Technical Framework. (2023). Integrating the Healthcare Enterprise (IHE): Radiology Domain.
- Islam, S. M. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., & Kwak, K. S. (2015). The Internet of Things for health care: A comprehensive survey. *IEEE Access*, 3, 678–708.
- Kumar, P., et al. (2019). IoT-based healthcare system for radiology imaging. *Journal of Medical Systems*, 43(10), 2101-2113.
- Li, M., et al. (2019). IoT-based radiology imaging system for remote healthcare monitoring. *Journal of Intelligent Information Systems*, 54(2), 257-273.

Mendez, D., Papapanagiotou, I., & Yang, B. (2017). Internet of Things: Survey on security and privacy.

NUBIX El impacto de la Inteligencia Artificial en la imagen médica [https://nubix.cloud/tecnologia-](https://nubix.cloud/tecnologia-medica/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la- imagen-medica#:~:text=Sus%20algoritmos%20son%20capaces%20de,que%20los%20s%C3%A)

[medica/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la- imagen-](https://nubix.cloud/tecnologia-medica/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la- imagen-medica#:~:text=Sus%20algoritmos%20son%20capaces%20de,que%20los%20s%C3%A)

[medica#:~:text=Sus%20algoritmos%20son%20capaces%20de,que%20los%20s%C3%A](https://nubix.cloud/tecnologia-medica/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la- imagen-medica#:~:text=Sus%20algoritmos%20son%20capaces%20de,que%20los%20s%C3%A)

[Dntomas%20sean%20evidentes.](https://nubix.cloud/tecnologia-medica/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la- imagen-medica#:~:text=Sus%20algoritmos%20son%20capaces%20de,que%20los%20s%C3%A)

Ramírez, N. (2021). Marco metodológico.

<https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/2662/LEC%20MET%200027%20202p>

[df?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/2662/LEC%20MET%200027%20202p)

Rghioui, A., & Oumnad, A. (2017). Internet of Things: Visions, technologies, and challenges.

International Journal of Computer Science and Information Security Wang, Y., et al. (2020). IoT-based

radiology.