

Internet de las cosas (IoT) y sistemas interconectados para mejorar la seguridad del paciente y la automatización de alertas en tiempo real, con integración de IA aplicada a la monitorización continua y al análisis de imágenes médicas

Angy Mayerly Jiménez

Cristopher Santiago Ovalle Santamaria

Enna Mayerly Ramírez

Jhon Alexander Acevedo Peñaranda

Silvia Juliana Mejía Torres

Asesor

Vanessa Catherine Perea

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la salud

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas

2025

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto a nuestras familias, quienes con su amor, paciencia y apoyo incondicional nos impulsaron a avanzar en cada etapa de este diplomado.

A Dios, por guiarnos, fortalecernos y permitirnos culminar este proceso con sabiduría y perseverancia.

También dedicamos este logro a nosotros mismos: Angie, Angy, Christopher y Silvia, por la disciplina, el compromiso y la pasión puestos en la construcción de este trabajo, enfocado en el Internet de las Cosas (IoT), los sistemas interconectados y la integración de la Inteligencia Artificial para aportar al futuro de la seguridad del paciente y la monitorización médica en tiempo real.

Agradecimientos

Agradecemos profundamente a Dios, por su guía constante, su luz en los momentos de dificultad y la fortaleza recibida para culminar este diplomado con éxito.

A nuestras familias, por su comprensión, su apoyo emocional y por creer en nosotros en este proceso académico.

Nuestro agradecimiento especial a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por brindarnos un espacio de formación de calidad, permitiéndonos desarrollar competencias personales y profesionales.

Expresamos también nuestra gratitud a los tutores, cuyo acompañamiento, dedicación y orientación fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, agradecemos a cada integrante del equipo: Angie, Angy, Cristopher y Silvia, por el compromiso, la colaboración y la disposición al aprendizaje colectivo, cualidades que hicieron posible la culminación exitosa de este proyecto.

Resumen

La identificación temprana del deterioro clínico es clave para mejorar la seguridad del paciente y la calidad del cuidado en entornos hospitalarios. No obstante, la falta de monitorización continua y de integración entre dispositivos limita la capacidad de respuesta ante eventos críticos. En este contexto, tecnologías emergentes como el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) ofrecen soluciones innovadoras para transformar los procesos de vigilancia médica, automatización de alertas clínicas y análisis de imágenes diagnósticas. Esta revisión documental analiza el estado actual del conocimiento sobre la aplicación del IoT y la IA en el sector salud, destacando su capacidad para mejorar la detección oportuna de complicaciones, reducir errores médicos y fortalecer la trazabilidad clínica. Se identifican beneficios, desafíos tecnológicos y organizacionales, como la interoperabilidad de sistemas, la protección de datos y la resistencia al cambio. Además, se plantean recomendaciones orientadas a la adopción efectiva y segura de estas tecnologías, enfatizando su contribución a la toma de decisiones médicas basadas en datos en tiempo real. Este estudio proporciona una base sólida para el diseño de estrategias clínicas inteligentes que prioricen el bienestar del paciente y optimicen los procesos en la atención sanitaria.

Palabras clave: Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA), Seguridad Del Paciente, Monitorización Continua, Alertas Automatizadas.

Abstract

Early identification of clinical deterioration is essential to improving patient safety and care quality in hospital settings. However, the lack of continuous monitoring and limited integration between medical devices restricts the response capacity to critical events. In this context, emerging technologies such as the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) offer innovative solutions to transform medical surveillance processes, automate clinical alerts, and enhance the analysis of diagnostic images. This literature review examines the current state of knowledge regarding the application of IoT and AI in the healthcare sector, highlighting their potential to improve the timely detection of complications, reduce medical errors, and strengthen clinical traceability. The study identifies key benefits, as well as technological and organizational challenges, including system interoperability, data protection, and resistance to change. Additionally, it presents recommendations for the effective and safe adoption of these technologies, emphasizing their contribution to real-time, data-driven clinical decision-making. This research provides a solid foundation for designing intelligent clinical strategies that prioritize patient well-being and optimize healthcare delivery processes.

Keywords: Internet of Things (IoT); Artificial Intelligence (AI); Patient Safety; Continuous Monitoring; Automated Alerts.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Planteamiento del Problema.....	13
Justificación.....	15
Objetivos	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos.....	17
Marco Teórico.....	18
Internet de las Cosas (IoT)	19
Internet de las Cosas Médicas (IoMT).....	19
Uso de Dispositivos IoT.....	20
Implementación de IoT	21
Monitorización Continua, Seguridad del Paciente e Imágenes Diagnósticas	22
Integración de Datos e Inteligencia Artificial, Alertas Médicas Automatizadas y Sistemas Predictivos.....	23
Sensores Portátiles y IoT para Monitoreo Continuo	25
Interoperabilidad e Integración de Plataformas Médicas.....	25
Usos de IoT en Salud en Latinoamérica.....	26
Retos Actuales y Perspectivas Futuras en Entornos Radiológicos Inteligentes	28
Aplicaciones Clínicas Ampliadas y Teleasistencia	28
Aplicaciones de IoT e IA en Radiología Digital	29
Aspectos Éticos, Regulatorios y de Seguridad en la Adopción de Tecnologías Iot-IA en Salud	32

Marco Metodológico	35
Tipo de Estudio	35
Tipo de Enfoque.....	35
Criterios de Inclusión.....	35
Criterios de Exclusión.....	36
Clasificación y Análisis de la Información	36
Fases de la Investigación.....	36
Fase 1. Búsqueda bibliográfica	36
Fase 2. Selección y clasificación de fuentes	37
Fase 3. Análisis e interpretación de la literatura	37
Fase 4. Formulación de conclusiones y recomendaciones	37
Análisis de Resultados.....	39
Conclusiones	56
Referencias Bibliográficas	59

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Análisis de Arquitecturas de Alerta Temprana Basadas en Iot Según Paganelli Et Al., (2022)</i>	40
Tabla 2 <i>Lot Inteligente y Seguro para Entornos Hospitalarios Según Diversos Autores</i>	43
Tabla 3 <i>Sistemas Iot-IA y su Contribución a la Seguridad Clínica e Imágenes Diagnósticas</i>	47
Tabla 4 <i>Avances y Desafíos en la Integración de Iot E IA para la Seguridad Clínica y el Diagnóstico Médico</i>	51
Tabla 5 <i>Recomendaciones para la Adopción Segura y Efectiva de Loy E IA en Radiología</i>	53

Introducción

En los últimos años, la transformación digital en el sector salud ha impulsado de manera acelerada el desarrollo e implementación de tecnologías avanzadas orientadas a mejorar la seguridad del paciente, optimizar los procesos clínicos y fortalecer la toma de decisiones médicas en escenarios cada vez más exigentes. Este avance ha coincidido con un incremento en la complejidad de los sistemas de atención, donde la saturación de servicios, el aumento de enfermedades crónicas y la demanda de intervenciones oportunas han puesto en evidencia las limitaciones de los modelos tradicionales basados únicamente en la supervisión humana. En este contexto, el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) han emergido como herramientas clave para enfrentar desafíos persistentes, tales como la detección tardía de eventos adversos, los tiempos prolongados de respuesta, la falta de monitorización continua y la necesidad de diagnósticos más precisos y personalizados.

El IoT permite la interconexión de dispositivos, sensores biomédicos y plataformas clínicas que capturan datos fisiológicos en tiempo real, mientras que la IA tiene la capacidad de analizarlos, identificar patrones críticos y generar predicciones asistidas. De esta manera, ambas tecnologías convergen para habilitar sistemas automatizados capaces de gestionar grandes volúmenes de información clínica con rapidez y eficiencia, reduciendo la dependencia exclusiva del personal de salud y elevando los estándares de calidad asistencial. Esta transición responde a la necesidad de evolucionar hacia una medicina predictiva, preventiva y basada en datos, donde la tecnología no solo actúe como apoyo operativo, sino como un componente estratégico que permita anticipar riesgos, minimizar errores y garantizar intervenciones más seguras y oportunas para los pacientes.

El IoT ha permitido la integración de sensores biomédicos, dispositivos portátiles y plataformas interconectadas que facilitan la monitorización continua del estado de salud del paciente, tanto en ambientes hospitalarios como en el hogar. Estos sistemas generan datos fisiológicos en tiempo real como la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno, la actividad eléctrica del corazón, la temperatura corporal y parámetros relacionados con la movilidad o el sueño. Esta capacidad de vigilancia permanente permite detectar precozmente cambios críticos que podrían pasar desapercibidos mediante los métodos de monitorización tradicional, activando alertas automáticas y garantizando intervenciones oportunas antes de que se presenten complicaciones graves.

La relevancia del IoT radica no solo en su función de captura de datos, sino en su aporte a la continuidad asistencial, ya que posibilita un seguimiento clínico ininterrumpido incluso cuando el paciente se encuentra fuera del hospital, reduciendo el margen de error asociado a la observación manual y minimizando la carga operativa del personal sanitario. Además, esta tecnología representa una respuesta directa a los desafíos actuales del sector salud, caracterizado por el aumento de enfermedades crónicas, el envejecimiento poblacional y la creciente demanda de servicios hospitalarios. En este escenario, el IoT se posiciona como un recurso esencial para avanzar hacia modelos de cuidado más ágiles, precisos, adaptativos y orientados a la prevención, contribuyendo a un sistema de salud más eficiente, sostenible y centrado en las necesidades individuales de los pacientes.

A pesar del potencial demostrado, la implementación de sistemas IoT-IA en entornos clínicos enfrenta obstáculos significativos. Persisten limitaciones relacionadas con la interoperabilidad entre dispositivos, la seguridad y protección de datos sensibles, la confiabilidad de los algoritmos en situaciones reales, la estandarización normativa y la capacitación del

personal encargado de interpretar alertas automatizadas. Además, muchos estudios analizados se centran en componentes aislados, ya sea IoT o IA, sin desarrollar plenamente su integración, lo que evidencia la necesidad de investigaciones que evalúen de manera conjunta su impacto clínico. Estas brechas justifican la importancia de realizar un análisis crítico y profundo que permita comprender no solo los beneficios potenciales, sino también los riesgos, desafíos éticos y condiciones necesarias para una adopción responsable y sostenible.

En este contexto, el presente trabajo tiene como propósito evaluar el impacto de la integración de tecnologías basadas en IoT e IA en la mejora de la seguridad clínica, especialmente mediante su aplicación en procesos de monitorización continua y apoyo diagnóstico a través de imágenes médicas. Para ello, se plantean tres objetivos fundamentales: (1) describir las aplicaciones del IoT y los sensores biomédicos para la monitorización clínica continua; (2) justificar el papel de la IA en el análisis automatizado de imágenes médicas y su contribución a la detección temprana de eventos críticos; y (3) formular recomendaciones para una implementación segura, ética y eficiente de estas tecnologías en entornos hospitalarios. A través del análisis sistemático de estudios recientes, esta investigación busca aportar una visión integral que permita guiar la transición hacia hospitales inteligentes, sostenibles y centrados en el paciente, donde la tecnología actúe como un soporte confiable para mejorar la calidad y seguridad del cuidado médico.

Junto al Internet de las Cosas (IoT) y la IA, mediante técnicas avanzadas de aprendizaje profundo, ha marcado un avance significativo en la automatización de diagnósticos médicos, en particular en el procesamiento de imágenes como tomografías computarizadas, resonancias magnéticas y radiografías. Estas tecnologías permiten analizar grandes volúmenes de información visual con una precisión que supera, en muchos casos, las capacidades humanas,

gracias a su habilidad para identificar patrones complejos, detectar anomalías sutiles y correlacionar datos heterogéneos provenientes de diversas fuentes clínicas.

La capacidad de la IA para generar predicciones clínicas precisas y consistentes la convierte en un componente esencial dentro de los sistemas sanitarios inteligentes. No solo agiliza los procesos diagnósticos, sino que también contribuye a disminuir la variabilidad entre especialistas, reducir errores derivados de la interpretación humana y optimizar la toma de decisiones médicas. La convergencia entre el IoT y la IA ha impulsado la creación de entornos hospitalarios altamente interconectados, en los que las imágenes médicas, los signos vitales capturados en tiempo real, los historiales clínicos electrónicos y otros datos biométricos se integran de manera automática y continua. Esta interoperabilidad permite construir una visión holística y dinámica del estado del paciente, facilitando diagnósticos oportunos, monitoreo constante y tratamientos personalizados basados en evidencia.

En este contexto, la imagenología tradicional experimenta una transformación profunda, dejando de ser un proceso aislado y estático para convertirse en un enfoque continuo, predictivo y centrado en la anticipación de riesgos. Gracias a la integración inteligente de datos y a la automatización de análisis complejos, la imagen médica amplía su función más allá de la mera detección de patologías, posicionándose como una herramienta estratégica en la prevención, el seguimiento clínico y la medicina de precisión.

Planteamiento del Problema

La tecnología ha tenido grandes avances en el ámbito de la salud, no obstante, en muchos hospitales aún dependen de métodos tradicionales para monitorizar signos vitales, lo que puede retrasar la detección de signos tempranos de deterioro clínico, esta falta de acción inmediata representa un riesgo importante en la seguridad del paciente. El IoT puede proporcionar soluciones más eficaces, pero su integración en entornos clínicos requiere superar desafíos en interoperabilidad y gestión de datos, según Paganelli et al., (2022) las soluciones IoT permiten la monitorización remota y continua de pacientes, mejorando el tiempo de respuesta médica ante signos críticos.

El monitoreo tradicional no garantiza una vigilancia constante, especialmente en unidades de cuidados generales, donde el personal debe atender a múltiples pacientes simultáneamente. Esta limitación reduce la capacidad para detectar a tiempo cambios clínicos importantes. Los sistemas interconectados mediante IoT tienen la posibilidad de llevar un seguimiento continuo, pero su aplicación aún es limitada en la práctica. Las plataformas de IoT en salud pueden detectar de forma anticipada eventos clínicos, lo que mejora la respuesta médica y reduce los riesgos. De acuerdo con Zaman et al., (2022), el uso inteligente y seguro del IoT en salud permite la detección oportuna de eventos adversos, gracias a la integración de sensores, redes inteligentes y algoritmos de análisis en tiempo real que optimizan la toma de decisiones clínicas.

En muchos casos, las imágenes diagnósticas no se utilizan como herramienta de seguimiento continuo, sino como instrumentos puntuales de diagnóstico, esto impide detectar progresiones sutiles en el estado del paciente. La aplicación de tecnologías IoT en el análisis automatizado y remoto de imágenes podría facilitar la identificación temprana de alteraciones clínicas que suelen pasar desapercibidas. Actualmente, estas imágenes diagnósticas suelen ser

analizadas de forma manual y fuera del flujo automatizado de monitorización continua, lo que retrasa la toma de decisiones clínicas e impide la vigilancia constante del paciente.

Además, la falta de interoperabilidad entre dispositivos IoT y plataformas de imagen limita su utilidad en la detección proactiva de complicaciones. A este respecto, Murillo et al., (2015) indican que el IoT puede ser clave en la prevención y seguimiento de condiciones complejas, mediante el análisis continuo de datos, incluidas las imágenes médicas.

Con base en este análisis, surge la siguiente pregunta: ¿De qué manera la integración de tecnologías IoT e inteligencia artificial en el análisis de imágenes diagnósticas puede facilitar la monitorización continua y la detección temprana de eventos clínicos críticos para mejorar la seguridad del paciente?

Justificación

El uso de IoT en el entorno clínico mejora significativamente la seguridad del paciente, al permitir que las alertas sean emitidas en tiempo real ante cualquier alteración relevante, lo que facilita la atención médica más rápida, reduciendo los errores humanos y contribuyendo en una atención centrada en el paciente, permitiendo una mejor utilización de los recursos sanitarios. Respecto a esto, Paganelli et al., (2022) resaltan que la implementación de arquitecturas de alerta temprana basadas en IoT ha mostrado eficacia durante la pandemia de COVID-19, al permitir la monitorización clínica remota y continua, demostraron que los sistemas de alerta temprana basados en IoT han sido eficaces. Sin embargo, actualmente persisten barreras técnicas como la interoperabilidad entre sistemas y la falta de protocolos para integrar imágenes diagnósticas al flujo de datos.

La implementación e integración de IoT en salud permite transformar los entornos de atención mediante la automatización de procesos críticos, su uso en la generación de alertas inteligentes mejora la toma de decisiones clínicas, disminuyendo los tiempos de respuesta, es decir que se disminuyen los eventos adversos, logrando entornos hospitalarios más seguros y eficientes. Como afirman Zaman et al., (2022) que los sistemas inteligentes de IoT en salud facilitan la detección automática de alteraciones clínicas y aumentan la eficacia de las intervenciones médicas, además el uso de IA en plataformas IoT permite procesar grandes volúmenes de datos médicos en tiempo real, facilitando decisiones clínicas más oportunas.

La posibilidad de analizar imágenes en tiempo real y de manera continua a través de sistemas IoT puede revolucionar el monitoreo de pacientes con enfermedades respiratorias, neurológicas o cardiovasculares, en las cuales los cambios visuales suelen representar las primeras señales de alarma. La integración de estas imágenes dentro de sistemas interconectados

permite que los datos visuales sean analizados automáticamente junto con otros parámetros fisiológicos, lo que facilita la detección temprana de patrones clínicos asociados con posibles complicaciones, incluso antes de que sean perceptibles para el personal de salud. Murillo et al., (2015) reconocen el papel crucial de las imágenes como parte de los datos clínicos integrados en sistemas IoT, al permitir la identificación oportuna de alteraciones cognitivas o funcionales, asimismo, afirman que incluir las imágenes médicas en los sistemas interconectados permite detectar alteraciones cognitivas o funcionales antes de que sean evidentes clínicamente.

Por lo tanto, esta investigación busca evaluar cómo la integración de imágenes radiológicas en entornos IoT e IA puede transformar el papel de la radiología en el monitoreo activo del estado clínico del paciente, reducir errores de diagnóstico tardío y fortalecer la seguridad hospitalaria desde una perspectiva tecnológica y preventiva.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el impacto de la integración de tecnologías basadas en el Internet de las Cosas (IoT) e Inteligencia Artificial (IA) en la mejora de la seguridad clínica en entornos hospitalarios, mediante su aplicación en procesos de apoyo diagnóstico y vigilancia del estado de salud de los pacientes.

Objetivos Específicos

Describir las aplicaciones del Internet de las cosas (IoT) y de los sensores biomédicos portátiles en la monitorización continua del estado clínico de los pacientes.

Identificar el papel de la Inteligencia Artificial (IA) en el procesamiento automático de imágenes médicas para la detección temprana de eventos clínicos críticos, así como examinar los principales desafíos y oportunidades asociados a la integración de tecnologías IoT–IA en sistemas interconectados orientados a optimizar la atención médica.

Formular recomendaciones basadas en la evidencia, para una adopción segura y efectiva de estas tecnologías, con énfasis en la interoperabilidad, la protección de datos y el fortalecimiento de la toma de decisiones médicas.

Marco Teórico

La identificación temprana del deterioro clínico en pacientes representa un desafío crítico en la atención médica, especialmente en entornos hospitalarios donde la vigilancia continua y el análisis oportuno de datos son determinantes para reducir eventos adversos. En este contexto, la convergencia entre el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) plantea un enfoque innovador para fortalecer la seguridad del paciente, mediante la monitorización constante, la automatización de alertas clínicas y el análisis inteligente de datos, incluidos aquellos provenientes de las imágenes diagnósticas.

Las tecnologías emergentes como IoT e IA se perfilan como herramientas clave para transformar la atención en salud. La integración de sensores biomédicos conectados a plataformas IoT permite la captura y transmisión en tiempo real de signos vitales, así como de imágenes diagnósticas, facilitando la monitorización remota de pacientes y la generación automática de alertas clínicas ante anomalías fisiológicas.

En radiología, la IA aplicada al análisis de imágenes puede contribuir no solo al diagnóstico temprano de patologías, sino también a la vigilancia clínica continua mediante el análisis automatizado de imágenes diagnósticas, integradas a plataformas de monitoreo en tiempo real.

La combinación de IoT e IA permite automatizar la monitorización fisiológica y el análisis en tiempo real de imágenes diagnósticas, fortaleciendo la capacidad del personal clínico para anticiparse a situaciones de riesgo, mejorar los resultados clínicos y reducir la dependencia de la supervisión manual constante. Sistemas inteligentes integrados pueden correlacionar datos fisiológicos de sensores con hallazgos radiológicos, generando alertas predictivas que anticipan el deterioro del paciente y reducen la incidencia de eventos adversos.

No obstante, para alcanzar estos beneficios, es necesario superar retos técnicos y estructurales relacionados con la adopción tecnológica, interoperabilidad de sistemas y seguridad de los datos médicos. La integración de dispositivos IoT y algoritmos de IA requiere protocolos robustos de ciberseguridad y estándares de interoperabilidad que garanticen la confidencialidad, integridad y trazabilidad de la información clínica

Actualmente, las limitaciones en la interoperabilidad de dispositivos, la dependencia de métodos de monitoreo tradicionales y la evaluación manual de imágenes impiden una respuesta médica eficiente ante signos de deterioro. Por ello, este marco teórico se desarrolla en diversos ejes fundamentales que permiten conceptualizar un modelo de atención inteligente, predictivo y preventivo, donde IoT e IA no solo optimizan la interpretación de imágenes y la vigilancia clínica, sino que también contribuyen a la reducción de errores médicos y a la mejora de la calidad de la atención:

Internet de las Cosas (IoT)

El Internet de las Cosas (IoT) es una red de dispositivos físicos interconectados, como sensores, dispositivos móviles, máquinas y sistemas, que recopilan, procesan y comparten datos en tiempo real. Estos dispositivos, equipados de conectividad y capacidades de detección, permiten automatizar procesos, generar alertas y tomar decisiones basadas en datos, con aplicaciones cada vez más extendidas en sectores como la industria, la agricultura, el transporte, la gestión urbana y, más recientemente, el ámbito de la salud.

Internet de las Cosas Médicas (IoMT)

Cuando el IoT se adapta al contexto sanitario, da lugar al Internet de las Cosas Médicas (IoMT), una subcategoría especializada que integra dispositivos biomédicos, sensores portátiles, wearables, plataformas clínicas y sistemas de información en salud con el fin de facilitar una

atención médica más automatizada, personalizada y proactiva. Esta red permite la recolección continua de datos fisiológicos del paciente, el seguimiento remoto, la emisión de alertas clínicas automáticas y la conexión directa con historias clínicas electrónicas (Sonavane et al., 2023).

Según Becerra (2019), la aplicación del IoT en medicina ha transformado la calidad del servicio asistencial al posibilitar el seguimiento constante de pacientes, la optimización de procesos clínicos y la reducción de riesgos asociados a la falta de información oportuna. A su vez, Sánchez (2019) subraya que los sistemas interconectados permiten automatizar tareas críticas como la supervisión de signos vitales, la localización de recursos médicos y la emisión de alertas ante eventos clínicos, fortaleciendo así los mecanismos de seguridad del paciente.

El IoMT constituye la base de un ecosistema de salud digital inteligente, en el que la conectividad entre dispositivos y la capacidad de análisis automatizado permiten detectar precozmente signos de deterioro clínico, responder de manera más eficaz ante situaciones críticas y descentralizar la atención médica, acercándola al paciente, incluso en su domicilio. No obstante, su adopción exige superar desafíos técnicos y éticos importantes relacionados con la interoperabilidad, la ciberseguridad, la protección de datos sensibles y la capacitación del personal sanitario para un uso adecuado de estas tecnologías.

Uso de Dispositivos IoT

El uso de dispositivos basados en Internet de las Cosas Médicas (IoMT) ha transformado la forma en que se lleva a cabo el seguimiento clínico de los pacientes, especialmente en contextos hospitalarios y domiciliarios. Estos dispositivos incluyen monitores portátiles de signos vitales, parches inteligentes, relojes biométricos, sensores implantables y otros aparatos capaces de registrar variables fisiológicas en tiempo real, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la saturación de oxígeno, la temperatura corporal o la actividad motora.

Según Burak (2023), el uso de dispositivos IoMT permite emitir alertas tempranas mediante el monitoreo constante de variables fisiológicas, lo cual mejora significativamente la capacidad de respuesta médica ante eventos críticos, reduciendo el riesgo de complicaciones graves. Esta capacidad de detección oportuna es especialmente útil en unidades de cuidados intensivos, áreas de hospitalización general y contextos de atención domiciliaria, donde la supervisión continua puede marcar la diferencia en la evolución del paciente.

Además, la integración de estos dispositivos con sistemas de historia clínica electrónica (HCE) y algoritmos de Inteligencia Artificial (IA) permite no solo el monitoreo pasivo, sino también el análisis automatizado de tendencias clínicas, la generación de alertas inteligentes y la priorización de intervenciones médicas. Este ecosistema digital contribuye a construir un modelo de salud más eficiente y centrado en el paciente.

Estos desarrollos también optimizan la carga operativa del personal sanitario, al reducir la necesidad de registros manuales y permitir una supervisión más precisa y automatizada. Sin embargo, su adopción requiere garantizar aspectos clave como la interoperabilidad de dispositivos, la precisión de las mediciones, la usabilidad por parte de los profesionales y la seguridad de los datos recolectados.

Implementación de IoT

La implementación adecuada de IoT afecta en la seguridad del paciente, al reducir los tiempos de respuesta médica, prevenir errores clínicos y optimizar la utilización de recursos. Bastidas et al., (2022) señalan que el IoT cambia tanto la atención individual como la salud pública, por ejemplo, mediante la vigilancia remota de pacientes crónicos o el monitoreo poblacional durante emergencias sanitarias en combinación con IA pueden usarse para detectar

patrones tempranos en imágenes diagnósticas y correlacionarlos para emitir alertas tempranas, lo que mejora la atención personalizada.

En el campo de la imagenología médica, el IoMT también ofrece aplicaciones emergentes y de alto impacto. Equipos como tomógrafos, resonadores magnéticos y ecógrafos digitales pueden conectarse a redes IoT para transmitir imágenes en tiempo real, tanto para su almacenamiento como para su análisis automatizado mediante IA. Esta conectividad permite, por ejemplo, que un sistema reconozca automáticamente patrones en una imagen, como lesiones pulmonares o hemorragias cerebrales, y genere alertas clínicas automáticas incluso antes de la revisión del especialista. Según Sonavane et al., (2023), este tipo de integración mejora la eficiencia diagnóstica, acorta los tiempos de respuesta y reduce errores asociados a la interpretación humana.

Estos avances, potencian el trabajo del radiólogo e integran la imagen diagnóstica como parte activa de la monitorización continua del paciente, sobre todo en áreas como la neurología, la cardiología y los cuidados intensivos, donde los cambios morfológicos pueden reflejar un deterioro clínico inminente.

Finalmente, estos avances fortalecen la capacidad asistencial, pero también demandan mayor interoperabilidad entre plataformas de imágenes, seguridad en la transmisión de datos sensibles y validación clínica de los algoritmos empleados, lo que constituye uno de los retos actuales para la plena adopción del IoMT en el ámbito de la radiología clínica.

Monitorización Continua, Seguridad del Paciente e Imágenes Diagnósticas

Uno de los principales aportes del IoT en salud es su capacidad de vigilancia continua, permitiendo detectar variaciones pequeñas que puedan indicar un deterioro clínico, a este

respecto, Abdulmalek et al., (2022) sostienen que esta capacidad mejora la calidad de vida del paciente al habilitar intervenciones más tempranas y efectivas.

En este contexto, las imágenes diagnósticas, pueden adquirir un nuevo valor clínico si son integradas en sistemas de monitoreo continuo, que al incorporarse a plataformas IoT e IA, se pueden analizar patrones visuales en tiempo real, contribuyendo a la detección de alteraciones neurológicas, cardiovasculares o respiratorias antes de que se manifiesten clínicamente. También Casillo et al., (2024) afirman que el IoT ha transformado el bienestar digital mediante la automatización de alertas que disminuyen el margen de error humano y fortalecen la atención clínica en situaciones de urgencia.

El Internet de las Cosas (IoT) aplicado a la salud se basa en la interconexión de dispositivos biomédicos, sensores portátiles y plataformas digitales que permiten recopilar, transmitir y analizar datos clínicos en tiempo real. Según Pradesh (s.f.), esta tecnología permite la supervisión remota de pacientes, la mejora de la eficiencia hospitalaria y la automatización de procesos rutinarios como el control de signos vitales.

Integración de Datos e Inteligencia Artificial, Alertas Médicas Automatizadas y Sistemas Predictivos

La eficiencia de las soluciones IoT depende en gran parte de su capacidad para integrar datos clínicos desde múltiples fuentes: sensores biomédicos, registros médicos, plataformas de imágenes y algoritmos inteligentes. Uddin y Koo (2024) destacan que los sistemas IoT multitalto, conectados mediante la nube, permiten un monitoreo remoto en tiempo real, esencial para generar alertas clínicas basadas en datos integrados.

Por su parte, la IA permite analizar de forma automatizada grandes volúmenes de información, como señales vitales y estudios de imagen, detectando anomalías incluso antes de

que sean perceptibles para el personal médico. Sonavane et al., (2023) enfatizan que uno de los desafíos más relevantes es la interoperabilidad, es decir, la capacidad de los dispositivos y sistemas para comunicarse entre sí de manera segura y eficiente, sin la cual la automatización inteligente no puede ser plenamente funcional.

El potencial del IoT se potencia cuando se integra con algoritmos de IA para formar sistemas predictivos que automatizan la toma de decisiones clínicas, de acuerdo con Vera (2024), la fusión entre IA e IoT es efectiva para mejorar la precisión diagnóstica y la eficiencia del sistema, al permitir el análisis en tiempo real de grandes volúmenes de datos clínicos, incluyendo imágenes médicas.

También, Sonavane et al., (2023) advierten que, pese a los avances, el uso de algoritmos predictivos interconectados a historias clínicas electrónicas aún es limitado, lo que representa una barrera significativa para su adopción clínica, superar esta barrera es crucial para implementar un sistema que no solo identifique deterioros clínicos, sino que lo haga antes de que se manifiesten de forma crítica, especialmente en áreas sensibles como cuidados intensivos o unidades de hospitalización general.

Asimismo, esta tecnología permite detectar patrones y anomalías en radiografías, tomografías computarizadas y resonancias magnéticas de manera rápida, precisa y sin intervención humana directa. Dimitrov (2016) señala que el uso combinado de IoT, Big Data e IA permite anticipar deterioros clínicos antes de que los síntomas sean evidentes. Los algoritmos de aprendizaje profundo (deep learning) entrenados con imágenes médicas son capaces de identificar indicios tempranos de patologías como neumonías, hemorragias intracraneales o tumores con alta precisión, contribuyendo a diagnósticos más rápidos y certeros, entonces, la

automatización del análisis de imágenes en tiempo real no solo reduce la carga de trabajo de radiólogos y clínicos, disminuyendo los errores diagnósticos.

Sensores Portátiles y IoT para Monitoreo Continuo

El uso de sensores portátiles (wearables), permiten el monitoreo fisiológico en tiempo real, facilitando la detección temprana de eventos clínicos críticos. Bonato (2010) subraya que estos sensores han evolucionado como herramientas centrales en la medicina personalizada, al ofrecer datos fisiológicos que pueden ser procesados automáticamente por sistemas IoT para emitir alertas preventivas, reducir la dependencia de la supervisión manual y aumentar la eficiencia clínica.

En radiología, la integración de imágenes al IoT abre nuevas posibilidades, ya que las imágenes podrían ser analizadas automáticamente por algoritmos de IA, lo que permitiría detectar cambios sutiles en patologías respiratorias, neurológicas o cardiovasculares antes de que sean clínicamente evidentes.

Interoperabilidad e Integración de Plataformas Médicas

Una barrera para la implementación del IoT en entornos clínicos es la falta de interoperabilidad entre dispositivos, sensores y plataformas de gestión de datos, de esta forma, Zanella et al., (2012) enfatizan que un sistema IoT eficaz requiere una infraestructura que garantice la comunicación fluida y segura entre sensores biométricos, plataformas de análisis de datos y aplicaciones clínicas. Muchos hospitales aún operan con dispositivos aislados, lo que no permite la automatización de procesos clínicos críticos. A este respecto, Sánchez (2019) refiere que esta fragmentación limita la eficiencia operativa y representa un obstáculo en la implementación de estrategias integradas de seguridad del paciente.

A pesar de sus beneficios, la implementación de IoT e IA en salud enfrenta desafíos relevantes como la seguridad de los datos, como señalan Cansu y Hanim (2016) sobre amenazas como accesos no autorizados, manipulación de sistemas de alerta y ataques a la integridad de los datos clínicos y que para mitigar estos riesgos, se requiere el uso de protocolos de seguridad avanzados, cifrado robusto y mecanismos de autenticación multi-factor.

Usos de IoT en Salud en Latinoamérica

En el contexto latinoamericano, Cera et al., (2015) destacan que el IoT ha tenido una evolución progresiva en países como Colombia, especialmente en áreas como la telemedicina, el seguimiento de enfermedades crónicas y la vigilancia remota, aunque aún persisten limitaciones estructurales, especialmente en conectividad y acceso a infraestructura digital.

Asimismo, Vilorio et al., (2016) destacan que el IoT permite que los servicios de salud lleguen a personas independientemente de su condición socioeconómica, al conectar sensores y dispositivos en el hogar para monitorear variables como presión arterial, glucosa o ritmo cardíaco, con transmisión de datos en tiempo real para el análisis remoto. Esta estrategia contribuye a desplazar el paradigma del cuidado sanitario desde el hospital hacia el hogar, reduciendo costos operativos, aumentando la accesibilidad y favoreciendo una atención más personalizada.

Igualmente, en Latinoamérica, las iniciativas de IoT en salud se han centrado principalmente en el monitoreo hospitalario y domiciliario de pacientes, mediante sensores integrados que captan variables biométricas como temperatura corporal, pulsaciones, niveles de oxígeno y ritmo cardíaco. Según Chimbolema y Llerena (2023), en su estudio de atención hospitalaria IoT se identificó que el 98 % de los modelos propuestos utilizan sensores como componentes centrales, y que los protocolos más comunes son los estándares IEEE, adoptados en

aproximadamente el 68 % de los casos. Además, se observa una tendencia a integrar los sistemas IoT con plataformas en la nube para procesar datos en tiempo real y generar alertas automatizadas, lo que puede mejorar la eficiencia operativa y anticipar eventos críticos en contextos con recursos limitados.

En este contexto latinoamericano, se destaca también la necesidad de fortalecer aspectos como la interoperabilidad, seguridad de los datos y evaluación de calidad en los modelos implementados (Chimbolema y Llerena, 2023).

En Colombia, los estudios sobre soluciones IoT aplicadas al cuidado de la salud han registrado avances notables. Castro et al., (2017) destacan casos exitosos en hospitales y sistemas de atención domiciliaria en el país, también el país aparece como uno de los países latinoamericanos con proyectos piloto en monitoreo remoto y servicios de salud conectados, en los que se integran sensores biométricos y plataformas en la nube para la gestión continua de pacientes.

Asimismo, en el ámbito preventivo, León et al., (2024) examinan el impacto del IoT en la promoción de actividad física como estrategia de salud pública en Colombia. Su estudio muestra que mediante dispositivos portátiles y plataformas conectadas se pueden ofrecer intervenciones personalizadas y seguimiento remoto, facilitando la prevención de enfermedades crónicas. Además, reconocen desafíos importantes en materia de interoperabilidad, seguridad de datos y equidad en el acceso a los dispositivos en zonas rurales o de bajos recursos.

En Brasil, la atención domiciliaria para personas mayores ha sido un foco de experimentación con IoT. En el estudio de Gaspar et al., (2021) los autores muestran cómo soluciones de IoT, sensores de movimiento, monitores de signos vitales y alarmas automatizadas, pueden mejorar la autonomía, seguridad y calidad de vida de los adultos mayores. Este tipo de

experiencia demuestra que las innovaciones aplicadas al contexto latinoamericano pueden tener impactos reales y servir de referencia para otros países de la región.

Retos Actuales y Perspectivas Futuras en Entornos Radiológicos Inteligentes

Aunque los beneficios del IoT y la IA son ampliamente reconocidos, su implementación aún enfrenta obstáculos importantes. Alekya et al., (2020) señalan que la precisión en el monitoreo, la protección de los datos del paciente, la escalabilidad de los sistemas y la formación del personal de salud son factores clave que deben abordarse para garantizar una adopción efectiva.

No obstante, con la evolución de las tecnologías y la estandarización de protocolos, se proyecta un futuro en el que los sistemas de radiología no solo diagnostiquen, sino también vigilen activamente el estado del paciente. Esto permitiría emitir alertas predictivas basadas en la evolución de las imágenes, integradas con datos fisiológicos, lo cual representa un cambio de paradigma en la gestión clínica, es decir, que la integración del IoT con algoritmos de IA en el análisis de imágenes médicas puede transformar los servicios de radiología en verdaderos nodos de vigilancia clínica inteligente, mejorando la seguridad del paciente y optimizando la respuesta médica ante cualquier signo de deterioro.

Aplicaciones Clínicas Ampliadas y Teleasistencia

Más allá del monitoreo de pacientes, el IoT también se aplica en el control de condiciones ambientales en entornos hospitalarios, así, Baquero et al. (2019) subraya cómo los sistemas IoT se pueden emplear para monitorizar temperatura y humedad en farmacias, garantizando la calidad y seguridad de medicamentos sensibles.

De otra parte, Giraldo et al., (2016) demuestran que la teleasistencia y las alarmas remotas, basadas en plataformas IoT, son altamente efectivas en la atención de personas mayores

o con movilidad reducida, ya que permiten una respuesta médica inmediata ante caídas, episodios agudos o deterioro súbito sin necesidad de supervisión directa.

La unión del IoT y la IA están transformando la atención médica al permitir una monitorización continua del paciente y un análisis automatizado de imágenes diagnósticas en tiempo real, mejorando la capacidad de anticipación clínica, optimizando la toma de decisiones y fortaleciendo los mecanismos de alerta temprana, todo ello en favor de una atención más segura, personalizada y eficiente.

Sin embargo, este potencial depende de su adopción, de la inversión en infraestructura interoperable y de marcos sólidos de seguridad digital. En este sentido, su correcta implementación representa una oportunidad decisiva para reducir eventos adversos prevenibles y elevar los estándares de seguridad del paciente.

Aplicaciones de IoT e IA en Radiología Digital

El avance del Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) ha transformado la radiología digital, permitiendo la integración de datos fisiológicos y de imagen para mejorar la atención clínica. Según Abdulmalek et al., (2022), los sistemas IoT en salud posibilitan la recopilación y transmisión en tiempo real de datos biomédicos, lo que facilita la correlación de signos vitales con estudios radiológicos y favorece la detección temprana de patologías.

Por su parte, Alekya et al., (2020) destacan que la incorporación de algoritmos de IA en plataformas IoT permite la automatización del análisis de imágenes médicas, reduciendo el error humano y aumentando la precisión diagnóstica. Por ejemplo, en tomografías computarizadas y resonancias magnéticas, los algoritmos de aprendizaje profundo pueden identificar lesiones pulmonares o neurológicas con altos niveles de sensibilidad y especificidad, integrando la

información con los parámetros fisiológicos del paciente para ofrecer un diagnóstico predictivo y personalizado.

El avance conjunto del Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) ha impulsado una transformación sustancial en el ámbito de la radiología digital, favoreciendo la automatización de los procesos diagnósticos y la mejora de la precisión clínica. En este contexto, la IA a través de las redes neuronales convolucionales (CNN) ha permitido desarrollar modelos capaces de analizar grandes volúmenes de imágenes médicas en tiempo real, integradas dentro de ecosistemas IoT hospitalarios interconectados. Kriehesecky et al., (2012) demostraron la eficacia del aprendizaje profundo en la clasificación de imágenes a gran escala por el uso de redes neuronales convolucionales entrenadas con el conjunto de datos ImageNet, modelo conocido como AlexNet, alcanzó una reducción significativa del error en tareas de reconocimiento visual, estableciendo la base de los algoritmos modernos aplicados en diagnóstico por imagen. Estos avances resultaron esenciales para el desarrollo de sistemas de radiología asistida por IA, capaces de identificar patrones complejos en tomografías, resonancias magnéticas y radiografías con una precisión superior a la del análisis convencional.

Asimismo, Vera (2024) señala que los sistemas inteligentes que combinan IoT y IA en radiología no solo mejoran la precisión diagnóstica hasta en un 95%, sino que también permiten el monitoreo remoto y la priorización de casos críticos, lo que optimiza los recursos hospitalarios y acelera la toma de decisiones clínicas. Esta integración se refleja en plataformas donde los dispositivos IoT recogen datos de pacientes en tiempo real y los algoritmos de IA procesan automáticamente las imágenes, alertando a los especialistas sobre hallazgos relevantes o cambios clínicos significativos.

De igual forma, Dimitrov (2016) y Chimbolema y Llerena (2023) destacan que la convergencia IoT-IA facilita la interoperabilidad entre dispositivos médicos y sistemas de almacenamiento de imágenes (PACS), promoviendo flujos de trabajo más eficientes y seguros. Además, la implementación de protocolos de seguridad y privacidad, como el cifrado de datos y la autenticación multifactor, protege la información sensible de los pacientes mientras se mantiene la funcionalidad de análisis en tiempo real (Cansu y Hanim, 2016).

Estos estudios evidencian que la integración de IoT e IA en radiología digital son un cambio de paradigma de un enfoque reactivo basado en revisiones a un modelo preventivo y predictivo, donde la detección temprana de enfermedades y la personalización del tratamiento son posibles gracias a sistemas inteligentes interconectados.

De igual forma, Aguirre et al., (2021) identifican 4 áreas de la IA en imagenología: (1) funciones de asistencia al radiólogo; (2) optimización de la técnica radiológica; (3) segmentación y detección de lesiones; y (4) diagnóstico basado en imágenes. Por ejemplo, sistemas automatizados integrados con plataformas IoT pueden recoger señales de dispositivos biomédicos como sensores que monitorean el paciente y simultáneamente procesar imágenes de tomografía computarizada (TC) o resonancia magnética (RM) mediante deep learning para reconocer estructuras anatómicas o lesiones sospechosas. Esta convergencia entre datos fisiológicos y visuales habilita una monitorización más activa del paciente, reduce el error humano y acelera la interpretación diagnóstica, marcando el paso del trabajo radiológico puramente reactivo hacia un modelo más predictivo y conectado.

Además, Morales et al., (2023) examinan la percepción de los estudiantes de medicina respecto al papel emergente de la IA en radiología con un ejemplo de la integración de dispositivos conectados, sensores y estaciones de imagen digital, que permiten que las imágenes

radiológicas se retransmitan a través de plataformas IoT para su análisis automático por IA. Estas plataformas alertan al radiólogo cuando hay patrones anómalos en tiempo real, reduciendo la latencia diagnóstica y mejorando la eficiencia clínica. El estudio indica que la mayoría de los estudiantes (79.7 %) consideran que la IA funcionará como herramienta de soporte al radiólogo, y un 95.7 % coincide en que debe implementarse con un marco ético bien establecido.

En neuroorradiología, Zaharchuk et al., (2018) identifican múltiples formas en que la IA puede integrarse con plataformas conectadas de IoT para optimizar el análisis de imágenes médicas. Por ejemplo, los sistemas basados en redes neuronales profundas (CNN) pueden utilizar imágenes de resonancia magnética (RM) o tomografía computarizada (TC) recogidas por equipos conectados para clasificar automáticamente estados como hemorragia cerebral, infarto o tumor, agilizando la revisión radiológica tradicional.

Asimismo, estos sistemas pueden integrarse con dispositivos de monitoreo clínico IoT que recolectan datos fisiológicos en tiempo real como flujo sanguíneo cerebral, perfusión o señal ASL y combinarlos con imágenes médicas para generar alertas tempranas de deterioro neurológico. Además resaltan que la IA-IoT permite la detección y segmentación de lesiones y también la mejora del flujo de trabajo radiológico, es decir, priorizando la revisión de estudios críticos mediante algoritmos automáticos, acelerando la interpretación de imágenes en entornos hospitalarios de alta demanda, lo que tiene implicaciones directas en la seguridad del paciente.

Aspectos Éticos, Regulatorios y de Seguridad en la Adopción de Tecnologías Iot-IA en Salud

La implementación de tecnologías basadas en el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) en entornos clínicos plantea múltiples desafíos éticos, regulatorios y de seguridad que deben ser considerados para garantizar una adopción responsable y centrada en

el paciente. La naturaleza sensible de los datos de salud, la automatización de decisiones clínicas y la interoperabilidad entre dispositivos médicos exigen el cumplimiento de estándares rigurosos en materia de protección de datos, transparencia algorítmica y gobernanza digital.

Uno de los principales riesgos asociados al uso de tecnologías IoT-IA en salud es la vulnerabilidad de los datos clínicos, según Cansu y Hanim (2016), el acceso no autorizado, la manipulación de sistemas de alerta y los ataques a la integridad de los registros médicos representan amenazas reales en entornos hospitalarios conectados. Para atenuar estos riesgos, proponen la implementación de protocolos de seguridad avanzados, cifrado robusto y mecanismos de autenticación multifactor, así como la adopción de infraestructuras seguras desde el diseño (security by design).

Asimismo, Sonavane et al., (2023) subrayan que la interoperabilidad segura entre dispositivos heterogéneos es indispensable para el funcionamiento eficaz de los sistemas IoT en salud. Sin embargo, esta interoperabilidad debe equilibrarse con la protección de la privacidad del paciente, mediante el cumplimiento de regulaciones internacionales como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa o la HIPAA en Estados Unidos. En América Latina, aunque algunos países avanzan en marcos normativos propios, todavía existen brechas significativas en términos de regulación digital en salud.

Desde una perspectiva ética, Abdulmalek et al. (2022) y Zanella et al. (2012) destacan que la automatización clínica mediante IA no puede sustituir el juicio profesional. Por tanto, el uso de algoritmos predictivos debe estar acompañado de transparencia algorítmica, validación clínica rigurosa y mecanismos de auditoría que permitan entender cómo se toman las decisiones y bajo qué criterios. Además, debe garantizarse el consentimiento informado digital, donde los pacientes comprendan qué datos se recopilan, cómo se procesan y con qué fines se utilizan.

Igualmente, Chimbolema y Llerena (2023) advierten que la falta de políticas de interoperabilidad y gobernanza de datos es una barrera para la adopción segura del IoT en salud, lo cual se agrava en escenarios de conectividad limitada o infraestructura tecnológica deficiente. Por ello, recomiendan el desarrollo de políticas públicas específicas, así como estrategias de capacitación del personal médico en el uso ético y seguro de estas tecnologías.

De igual manera, Dimitrov (2016) enfatiza que el uso de IA y big data en salud debe regirse por principios de beneficencia, no maleficencia y justicia, asegurando que las tecnologías contribuyan a reducir desigualdades y no generen nuevas formas de exclusión, como podría ocurrir en poblaciones rurales o con baja alfabetización digital.

En resumen, la integración de IoT e IA en entornos clínicos debe ir acompañada de una ética tecnológica aplicada, un marco regulatorio robusto y una infraestructura de seguridad integral, para no ver comprometido su potencial por riesgos inaceptables para los pacientes, los profesionales y los sistemas de salud.

Marco Metodológico

Tipo de Estudio

La presente investigación se basa en una revisión sistemática de literatura con enfoque cualitativo, orientada a identificar, analizar e interpretar el estado actual del conocimiento sobre el uso del Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) en contextos clínicos. Este tipo de estudio documental permite reunir evidencia científica actualizada, sintetizar hallazgos clave y detectar vacíos de investigación que orienten futuras intervenciones.

Según Hernández Sampieri et al., (2021), la revisión sistemática es un recurso metodológico riguroso para la consolidación de un marco teórico sólido, al tiempo que favorece el análisis crítico y comparativo de distintas perspectivas.

Tipo de Enfoque

Se adoptó el enfoque cualitativo interpretativo, adecuado para la comprensión de fenómenos complejos como la transformación tecnológica en el sector salud. Según Flick (2015), este enfoque permite explorar cómo las tecnologías emergentes impactan la calidad del cuidado, la monitorización clínica y la toma de decisiones.

La revisión se estructuró metodológicamente bajo los lineamientos de Kitchenham (2004), quien plantea que una revisión sistemática debe seguir fases claramente definidas para asegurar su objetividad, trazabilidad y validez científica.

Criterios de Inclusión

Publicaciones científicas (artículos, revisiones, tesis, informes técnicos) disponibles en texto completo y de acceso libre.

Estudios en español o inglés publicados entre 2015 y 2025.

Documentos que aborden la aplicación de IoT, IA, análisis automatizado de imágenes médicas, monitorización continua, alertas clínicas automatizadas y/o seguridad del paciente.

Fuentes indexadas en bases de datos reconocidas como Scopus, PubMed, ScienceDirect, Dialnet, Elsevier, ResearchGate, Google Académico y la Biblioteca Virtual UNAD, entre otras.

Criterios de Exclusión

Estudios sin relación con aplicaciones clínicas.

Publicaciones anteriores a 2015.

Clasificación y Análisis de la Información

La información recopilada fue organizada en matrices de análisis temáticas, en categorías como:

Aplicaciones clínicas de IoT

Algoritmos de IA en imágenes médicas

Alertas clínicas automatizadas

Beneficios para la seguridad del paciente

Interoperabilidad de sistemas

Protección de datos, entre otros.

Fases de la Investigación

Fase 1. Búsqueda Bibliográfica

Se definieron palabras clave para realizar búsquedas sistemáticas en bases de datos académicas. La estrategia de búsqueda incluyó términos como Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA), seguridad del paciente, monitorización continua, alertas automatizadas, análisis de imágenes médicas, interoperabilidad, entre otros.

La búsqueda se realizó en bases de datos académicas reconocidas por su calidad científica, tales como Scopus, PubMed, ScienceDirect, Dialnet, ResearchGate, Google

Académico y la Biblioteca Virtual UNAD, se priorizaron publicaciones entre 2015 y 2025, con acceso completo y revisión por pares, en español e inglés. Además, se consultaron tesis, artículos de revistas indexadas y revisiones sistemáticas relevantes para el tema.

Fase 2. Selección y Clasificación de Fuentes

Se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos para filtrar las fuentes recopiladas. Los documentos seleccionados fueron clasificados en función de su relevancia temática, actualidad, validez científica y aplicabilidad clínica. Posteriormente, las fuentes fueron organizadas en categorías temáticas para facilitar el análisis comparativo, como: IoT clínico y dispositivos biomédicos conectados, IA aplicada al análisis automatizado de imágenes médicas, monitorización remota y en tiempo real del paciente, seguridad clínica, alertas automatizadas e interoperabilidad de plataformas e impacto organizacional y desafíos tecnológicos en entornos hospitalarios.

Fase 3. Análisis e Interpretación de la Literatura

Se elaboraron matrices de análisis cualitativo donde se registraron los hallazgos clave de cada fuente. Se identificaron tendencias comunes, vacíos de conocimiento, barreras de implementación y oportunidades de mejora relacionadas con el uso de IoT e IA en el ámbito clínico. Se realizó un análisis comparativo entre estudios, considerando variables como contexto geográfico, tipo de tecnología empleada, nivel de integración en la atención médica y resultados clínicos. También se evaluó la aplicabilidad práctica de las soluciones tecnológicas descritas, prestando especial atención a las experiencias reportadas en países latinoamericanos.

Fase 4. Formulación de Conclusiones y Recomendaciones

A partir de la evidencia analizada, se sintetizaron las conclusiones y propuestas orientadas a la mejora en la implementación de estas tecnologías, priorizando la interoperabilidad, protección de datos, eficiencia clínica y seguridad

del paciente. Además, se formularon recomendaciones orientadas a la optimización de estas tecnologías en entornos hospitalarios.

Análisis de Resultados

La revisión permitió identificar aportes relevantes sobre la integración del Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) en la seguridad del paciente, principalmente en 3 dimensiones: monitorización continua, automatización de alertas clínicas y análisis de imágenes diagnósticas. En la dimensión de monitorización continua, los dispositivos IoT permiten la captura permanente de signos vitales y datos fisiológicos en tiempo real, lo que facilita la detección temprana de eventos críticos y mejora la capacidad de respuesta clínica.

Paganelli et al., (2022) destacan que la implementación de arquitecturas de alerta temprana basadas en IoT ha mostrado eficacia en la monitorización remota de pacientes, permitiendo detectar alteraciones clínicas antes de que se conviertan en emergencias y optimizando la gestión de la atención médica. Respecto a la automatización de alertas clínicas, la combinación de sensores IoT con algoritmos de IA genera notificaciones predictivas que permiten al personal sanitario actuar proactivamente, reduciendo errores y mejorando la calidad de la atención.

Finalmente, en el análisis de imágenes diagnósticas, los sistemas basados en IA permiten interpretar grandes volúmenes de información médica con mayor rapidez y precisión, contribuyendo a diagnósticos más acertados y oportunos. Estos hallazgos están estrechamente relacionados con los objetivos del estudio, ya que permiten evaluar cómo la integración de estas tecnologías fortalece la seguridad del paciente, optimiza los procesos clínicos y reduce los riesgos asociados a la atención médica. Además, evidencian el potencial de estas herramientas para transformar la práctica clínica hacia modelos predictivos y preventivos, alineados con la medicina de precisión y la atención centrada en el paciente.

A continuación, se presentan los hallazgos más representativos con el análisis de los objetivos y su relación con el análisis de alertas tempranas basadas en IoT:

Tabla 1

Análisis de Arquitecturas de Alerta Temprana Basadas en Iot Según Paganelli Et Al., (2022)

Variable	Descripción
Enfoque	Diseño de una arquitectura IoT modular orientada al monitoreo remoto y la detección temprana de alteraciones fisiológicas en pacientes con COVID-19, tanto en entornos domiciliarios como hospitalarios.
Hallazgos	El sistema permitió reducir los tiempos de respuesta médica en un 35% mediante la transmisión en tiempo real de parámetros como la saturación de oxígeno y la frecuencia cardíaca. Además, se mejoró la continuidad asistencial al integrar alertas automáticas en plataformas clínicas.
Desafíos	Se detectaron limitaciones en la interoperabilidad de sensores heterogéneos, así como dificultades en la sincronización de datos biomédicos en redes con baja conectividad.
Contribución al estudio	Proporciona evidencia de la eficacia del IoT para el monitoreo remoto y la detección temprana, subrayando su potencial para fortalecer la respuesta médica en situaciones de emergencia y mejorar la trazabilidad del estado clínico del paciente.

Nota. Autoría propia

Los resultados de la tabla confirman que el IoT aporta valor clínico tangible cuando se integra en infraestructuras hospitalarias, al permitir la detección temprana de eventos críticos y la activación automática de protocolos médicos. Sin embargo, se requiere una arquitectura de datos estandarizada para asegurar interoperabilidad entre plataformas.

Estos hallazgos demuestran que los sistemas IoT funcionan como mecanismos de recolección de datos y además transforman la gestión asistencial al generar alertas tempranas que permiten la intervención médica proactiva, evitando la progresión de cuadros clínicos graves. Asimismo, al integrar flujos de información en tiempo real con plataformas hospitalarias, se

favorece la continuidad, tanto en entornos hospitalarios como en el monitoreo domiciliario, fortaleciendo la atención integral del paciente. Asimismo, los resultados evidencian la necesidad de avanzar hacia arquitecturas de datos interoperables, basadas en estándares internacionales de comunicación médica, como HL7-FHIR o IEEE 11073, que garanticen la integración fluida y segura de dispositivos IoT dentro de los ecosistemas hospitalarios. Además, se deben fortalecer las políticas de ciberseguridad y gestión ética de datos, para proteger la información de los pacientes y asegurar la confiabilidad del sistema.

Este análisis muestra que el IoT es una infraestructura esencial para la medicina conectada, pero su impacto máximo depende de un marco de integración robusto que combine conectividad, estandarización y seguridad, elementos cruciales en la transformación digital sostenible del sector salud.

El análisis de los resultados evidencia que la integración del Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA) en entornos hospitalarios constituye una estrategia determinante para fortalecer la seguridad del paciente y optimizar la atención clínica. Tal como se refleja en los hallazgos de Zaman et al. (2022), los sistemas IoT inteligentes que incorporan modelos de aprendizaje profundo permiten predecir eventos clínicos críticos con una precisión de hasta el 92 %, automatizando alertas y reduciendo significativamente la incidencia de errores médicos.

Este resultado muestra cómo estas tecnologías impactan la vigilancia del estado de salud de los pacientes y el apoyo a la toma de decisiones clínicas. Estudios complementarios destacan que la IA aplicada al análisis de datos biomédicos en tiempo real puede procesar grandes volúmenes de información, detectar patrones anómalos y priorizar señales de alerta para el personal médico (He et al., 2019; Hosny et al., 2018; Weissler et al., 2021).

Además, la literatura resalta la relevancia de los sensores portátiles y dispositivos IoT en la monitorización continua de parámetros vitales, facilitando una atención proactiva y personalizada (Martí, 2024; Campus HealthTech, s.f.; Andersson et al., 2016). Por otro lado, la implementación de algoritmos de IA para el procesamiento automático de imágenes médicas ha demostrado mejorar la detección temprana de eventos adversos y optimizar el diagnóstico (Arroyave et al., 2025; Chen et al., 2021; Lubinus et al., 2025). No obstante, los desafíos persisten, especialmente en torno a la interoperabilidad de los sistemas, la ciberseguridad y la capacitación del personal clínico, aspectos cruciales para una adopción segura y sostenible (Farhud y Zokaei, 2021; Vayena et al., 2018; London, 2019).

En síntesis, la evidencia respalda que la combinación de IoT e IA constituye una herramienta estratégica para la medicina predictiva y preventiva, capaz de transformar la atención hospitalaria mediante la automatización de alertas, la mejora de la seguridad clínica y la optimización de la eficiencia diagnóstica, siempre que se asegure un marco robusto de gobernanza de datos y confiabilidad tecnológica.

Tabla 2*IoT inteligente y Seguro Para Entornos Hospitalarios Según Diversos Autores*

Aspecto	Síntesis
Análisis	Se analizan sistemas IoT inteligentes integrados con algoritmos de inteligencia artificial para la predicción de eventos clínicos críticos, la automatización de alertas y decisiones médicas, la monitorización continua de signos vitales y la correlación de múltiples fuentes de información biomédica en tiempo real (Zaman et al., 2022; Andersson et al., 2016; Marti, 2024).
Resultados	La implementación de modelos de aprendizaje profundo en estos sistemas permite predecir eventos adversos con una precisión de hasta el 92 %, mejorando la seguridad hospitalaria, optimizando la toma de decisiones clínicas y reduciendo errores médicos. Además, se observa un aumento en la eficiencia del flujo de trabajo y en la priorización de intervenciones críticas (He et al., 2019; Hosny et al., 2018; Weissler et al., 2021).
Beneficios	La integración de IA en entornos IoT permite la atención médica proactiva y personalizada, alertando sobre deterioro clínico temprano, detectando anomalías en imágenes médicas y apoyando la gestión de recursos hospitalarios. Contribuye también a la reducción de la carga de trabajo del personal y al aumento de la precisión diagnóstica (Arroyave et al., 2025; Lubinus et al., 2025).
Desafíos	Se evidencian riesgos de vulnerabilidad en la transmisión de datos, ausencia de protocolos de ciberseguridad estandarizados, problemas de interoperabilidad entre dispositivos y sistemas, y limitaciones en la capacitación del personal para interpretar alertas y datos generados por IA (Farhud & Zokaei, 2021; Vayena et al., 2018; London, 2019).
Relevancia	Resalta el papel de la IA como capa analítica y predictiva dentro del ecosistema IoT hospitalario, favoreciendo la medicina preventiva y la automatización de la seguridad clínica. Su implementación permite transitar hacia un modelo de atención basado en datos en tiempo real y centrado en la seguridad del paciente (Campus HealthTech, s.f.; Zaman et al., 2022).
Recomendaciones	Es crucial establecer marcos de interoperabilidad, políticas de protección de datos, protocolos de ciberseguridad y programas de capacitación continua para el personal de salud, garantizando la sostenibilidad, fiabilidad y adopción segura de estas tecnologías en entornos hospitalarios inteligentes.

Nota. Autoría propia

La tabla evidencia que Zaman et al., (2022), la integración del Internet de las Cosas (IoT) en entornos hospitalarios se potencia mediante el uso de Inteligencia Artificial (IA) como herramienta complementaria para mejorar la seguridad del paciente a través de sistemas predictivos y automatizados y se centra en la automatización de alertas clínicas y la prevención de errores médicos, aspectos esenciales para optimizar la atención hospitalaria basada en datos. Esto se centra en la automatización de alertas clínicas, la prevención de errores médicos y la monitorización continua de los signos vitales, aspectos esenciales para optimizar la atención hospitalaria basada en datos (He et al., 2019; Hosny et al., 2018).

En cuanto a los hallazgos, la incorporación de IA en sistemas IoT posibilita predecir eventos clínicos críticos con un 92 % de precisión, demostrando la eficacia de los modelos de aprendizaje profundo para procesar y correlacionar múltiples fuentes de información simultáneamente. Este nivel de exactitud contribuye significativamente a minimizar errores clínicos, especialmente aquellos asociados con la detección tardía de signos de deterioro del paciente (Arroyave et al., 2025). En este contexto, la IA actúa como un apoyo cognitivo para los profesionales de la salud, filtrando, priorizando y contextualizando la información relevante para la toma de decisiones clínicas en tiempo real, lo que se alinea directamente con los objetivos específicos de esta investigación sobre la vigilancia continua del estado de salud y la mejora de la seguridad clínica.

Asimismo, los resultados confirman que el IoT inteligente, combinado con modelos de IA, constituye una herramienta clave para fortalecer la seguridad hospitalaria y la atención clínica personalizada. Sin embargo, su implementación efectiva requiere la adopción de protocolos sólidos de interoperabilidad, ciberseguridad y gestión de datos, que garanticen la confiabilidad, sostenibilidad y protección de la información del paciente (Vayena et al., 2018;

London, 2019). Esto permite que las tecnologías emergentes no solo recopilen datos, sino que los analicen de manera predictiva y automatizada, generando alertas tempranas y optimizando la respuesta médica ante eventos críticos, cumpliendo así con los objetivos generales de la investigación sobre la mejora de la seguridad clínica mediante la integración de IoT e IA.

En síntesis, la integración de IoT e IA en entornos hospitalarios inteligentes representa un avance determinante hacia la medicina predictiva, la automatización de la seguridad clínica y la atención proactiva del paciente, consolidando un modelo hospitalario basado en evidencia, datos en tiempo real y decisiones clínicas optimizadas.

Los estudios analizados muestran un avance significativo en la integración de IoT e IA en entornos clínicos, con un impacto tangible en la seguridad del paciente y la eficiencia de los procesos hospitalarios. La evidencia indica que los sistemas IoT permiten la monitorización continua y remota, mientras que la IA añade una capa predictiva que ayuda a anticipar eventos críticos y automatizar alertas clínicas. Por ejemplo, Paganelli et al., (2022) demostraron cómo un sistema de alerta temprana basado en IoT puede reducir hasta un 30 % los tiempos de respuesta médica, lo que resulta crucial en contextos de alta demanda, como la pandemia por COVID-19. Zaman et al., (2022) refuerzan esta idea, mostrando que la integración de IA permite predecir eventos adversos con una precisión del 92 %, lo que evidencia la capacidad de estas tecnologías para apoyar la toma de decisiones clínicas en tiempo real.

En el ámbito de la imagenología médica, Murillo et al., (2015) y Vera (2024) destacan que la integración de IA y plataformas IoT incrementa la precisión diagnóstica hasta en un 95 %, especialmente en tomografías y resonancias. Esto demuestra el potencial de los algoritmos de IA para automatizar análisis complejos, reducir errores humanos y permitir diagnósticos tempranos, lo que contribuye directamente a un modelo de atención proactiva y personalizada. Además,

estos estudios evidencian la sinergia entre datos fisiológicos y visuales, mostrando que la combinación de ambos tipos de información puede optimizar la monitorización y el seguimiento clínico del paciente.

Los estudios analizados aportan un valor significativo al evidenciar cómo la integración de IoT e IA impulsa una transformación importante en la atención clínica, permitiendo avanzar hacia una medicina más preventiva y predictiva mediante sistemas capaces de anticipar riesgos y mejorar la seguridad del paciente. Este aporte se sustenta en métricas cuantificables, como altos niveles de precisión y reducciones en los tiempos de respuesta médica, que demuestran de manera objetiva la efectividad de estas tecnologías. Además, la versatilidad observada en las aplicaciones, que van desde la monitorización remota hasta el análisis automatizado de imágenes médicas, confirma que estas herramientas pueden adaptarse a múltiples necesidades clínicas, consolidando su utilidad en diversos entornos hospitalarios.

Las limitaciones identificadas en los estudios reflejan desafíos importantes que aún frenan la adopción masiva de sistemas IoT-IA en entornos hospitalarios, especialmente por la falta de interoperabilidad entre dispositivos y plataformas, un aspecto poco abordado por trabajos como los de Paganelli et al., (2022) y Zaman et al., (2022), lo que dificulta su implementación en infraestructuras clínicas heterogéneas. A esto se suma la persistente preocupación por la seguridad y protección de datos sensibles, ya que la transmisión continua de información clínica aumenta la vulnerabilidad frente a ciberataques y compromete la escalabilidad de estos sistemas. Además, la efectividad de la IA depende estrechamente de la calidad y representatividad de los datos utilizados para su entrenamiento; cualquier sesgo o insuficiencia puede afectar la precisión y poner en riesgo la seguridad del paciente. Finalmente, algunos estudios presentan un enfoque limitado respecto a las imágenes médicas, lo que evidencia una oportunidad aún no aprovechada

para integrar análisis visual y predicción clínica en tiempo real, fortaleciendo el potencial diagnóstico de estas tecnologías.

Tabla 3

Sistemas IoT-IA y su Contribución a la Seguridad Clínica e Imágenes Diagnósticas

Autor	Aplicación Clínica	Impacto en Seguridad del Paciente	Imágenes Médicas	Oportunidad
Paganelli et al., (2022)	Sistema de alerta temprana IoT para monitorización remota de pacientes COVID-19	Reducción del 30% en los tiempos de respuesta médica; seguimiento continuo en casa y hospital	Integración limitada de imágenes médicas; oportunidad de ampliar análisis visual	Evaluar cómo integrar imágenes médicas en IoT para mejorar predicciones clínicas
Zaman et al., (2022)	IoT inteligente con IA para predicción de eventos críticos	Precisión del 92% en la predicción de eventos adversos; soporte para decisiones preventivas	No se centra en imágenes médicas; podría combinarse con IA para análisis de TAC y resonancias	Explorar IA predictiva integrada con análisis de imágenes médicas en tiempo real
Murillo et al., (2015)	IoT aplicado a detección y rehabilitación de deterioro cognitivo	Detección temprana de alteraciones cognitivas con 87% de sensibilidad	Imágenes biomédicas clave para identificar cambios cognitivos iniciales	Desarrollar protocolos de monitorización continua combinando sensores y análisis de imágenes
Vera (2024)	IA en radiología digital y sistemas interconectados	Aumento del 95% en precisión diagnóstica; optimización de interpretación de TAC y resonancias	Integración directa de imágenes médicas para diagnóstico temprano	Mejorar algoritmos de IA con datasets multicéntricos y validación clínica real

Nota. Autoría propia

En la Tabla se presentan los resultados comparativos de los estudios analizados, que evidencian los avances más relevantes en la integración del Internet de las Cosas (IoT) y la IA en la monitorización clínica, el procesamiento automatizado de imágenes diagnósticas y la seguridad del paciente, los resultados evidencian una evolución significativa hacia arquitecturas

inteligentes interconectadas. Asimismo, Paganelli et al., (2022) validan la efectividad de los sistemas IoT en la reducción de los tiempos de respuesta médica en un 30% durante la pandemia, destacando el papel del IoT en la gestión de alertas tempranas y Zaman et al., (2022) muestran que la incorporación de IA como capa analítica dentro del IoT permite anticipar eventos clínicos críticos con una precisión del 92%, fortaleciendo la capacidad predictiva de los sistemas hospitalarios.

En la imagenología médica, Murillo et al., (2015) resaltan que la integración de imágenes biomédicas en plataformas IoT logran una sensibilidad del 87% en la detección de alteraciones cognitivas, lo que evidencia el potencial de estas tecnologías en la vigilancia preventiva de enfermedades neurológicas. Por su parte, Vera (2024) aporta evidencia sobre el impacto de los algoritmos de IA en radiología, incrementando la precisión diagnóstica hasta en un 95%, especialmente en tomografías y resonancias, lo que demuestra su potencial para la automatización de diagnósticos dentro de sistemas interconectados.

En conjunto, los hallazgos indican que la analogía entre IoT e IA mejoran la monitorización y el diagnóstico médico y además fomenta un modelo de atención proactiva, predictiva y personalizada, en el que la seguridad del paciente se fortalece por la detección temprana de riesgos y la toma de decisiones asistida por inteligencia artificial.

Aunque los estudios evidencian un gran potencial de IoT e IA para transformar la atención hospitalaria, la verdadera implementación requiere un enfoque sistémico: no basta con desarrollar algoritmos precisos o sensores inteligentes; es necesario que la infraestructura hospitalaria, los protocolos de seguridad y la capacitación del personal estén alineados con estas innovaciones. Además, el futuro parece prometedor en la integración multimodal de datos, fisiológicos, clínicos y de imagen, pero esto demandará inversión en interoperabilidad,

estandarización y ética en la gestión de datos de los pacientes. En definitiva, los estudios muestran avances significativos, pero también resaltan que la transición de la investigación a la práctica clínica requiere superar retos técnicos, normativos y humanos.

La revisión también permitió identificar aportes relevantes sobre la integración del Internet de las Cosas (IoT) y la IA en el fortalecimiento de la seguridad del paciente y la automatización clínica en tiempo real. Los estudios muestran cómo estas tecnologías están transformando la práctica médica hacia un modelo predictivo, preventivo y personalizado, lo que se alinea directamente con los objetivos planteados en la presente investigación. Los hallazgos permiten establecer conexiones claras entre las aplicaciones tecnológicas revisadas y el impacto esperado en la monitorización clínica, la interpretación automatizada de imágenes médicas y la formulación de estrategias para su adopción segura.

Además, los resultados revelan una mejora sustancial en la capacidad de respuesta ante eventos críticos, con las aplicaciones del IoT y los sensores biomédicos portátiles en la monitorización continua del estado clínico de los pacientes. Los sistemas basados en IoT no solo permiten la captura y transmisión en tiempo real de parámetros fisiológicos, sino que también facilitan la activación automática de alertas clínicas. Paganelli et al., (2022) y Uddin y Koo (2024) evidencian reducciones cercanas al 30% en los tiempos de respuesta médica, mostrando que el IoT cumple de forma directa con la meta de fortalecer la continuidad asistencial y la vigilancia clínica proactiva establecida en este objetivo. Esto confirma que la monitorización inteligente, basada en sensores portátiles y redes interconectadas, es fundamental para mejorar la seguridad clínica y la detección temprana de riesgos.

Los resultados evidencian avances significativos en precisión diagnóstica, justificando el papel de la IA en el procesamiento automático de imágenes médicas y examinando los desafíos

asociados a la integración IoT–IA. En relación, los estudios de Murillo et al., (2015) y Vera (2024) destacan niveles de exactitud que oscilan entre el 87% y el 95% en la detección temprana de patologías mediante modelos de aprendizaje profundo aplicados a TAC, resonancias y radiografías. Además, la convergencia entre datos fisiológicos del IoT e imágenes médicas procesadas por IA permite una interpretación más completa del estado clínico, fortaleciendo la atención basada en datos. Estos hallazgos respaldan plenamente la justificación del uso de IA en los procesos diagnósticos y reafirman su potencial para reducir errores humanos, mejorar el análisis visual y habilitar sistemas de predicción clínica en tiempo real.

Finalmente, en relación con la adopción segura y efectiva de tecnologías IoT–IA, los resultados identifican barreras clave para la implementación clínica: la falta de protocolos estandarizados de ciberseguridad, los problemas de interoperabilidad entre dispositivos y plataformas y la desconfianza asociada a la explicabilidad de los algoritmos. Zaman et al., (2022) y Cansu y Hanim (2016) coinciden en que estas limitaciones representan los principales obstáculos para la consolidación de entornos hospitalarios inteligentes. Este análisis permite fundamentar recomendaciones orientadas no solo a la mejora técnica, sino también a la creación de políticas institucionales, marcos regulatorios y estrategias de capacitación profesional.

En conjunto, los resultados analizados demuestran que la integración IoT–IA tiene un impacto positivo comprobado en la seguridad del paciente y en la eficiencia del cuidado médico, respondiendo plenamente a los tres objetivos de la investigación. No obstante, su consolidación requiere avanzar hacia marcos regulatorios sólidos, interoperabilidad técnica y estrategias de protección de datos que garanticen una adopción sostenible, confiable y ética en los sistemas hospitalarios del futuro.

Tabla 4*Avances y Desafíos en la Integración de Iot E IA para la Seguridad Clínica Y El Diagnóstico**Médico*

Aplicación	Tecnologías utilizadas	Impacto	Retos	Autores	Estrategias de mejora
Monitorización remota de pacientes	Dispositivos portátiles para monitoreo de signos vitales y sensores conectados a la nube	Mejora en la detección de deterioro clínico y reducción de errores por retraso en la intervención	Limitaciones en conectividad, calidad de datos inconsistentes	Paganelli et al., (2022); Uddin y Koo (2024)	Establecer protocolos estandarizados de transmisión y redes de baja latencia para datos clínicos
Alertas predictivas basadas en IA	Modelos de aprendizaje profundo integrados en plataformas IoT	Capacidad de anticipar eventos críticos con alta exactitud, permitiendo intervenciones tempranas	Sobrecarga de alertas y posibles falsos positivos	Zaman et al., (2022)	Optimizar algoritmos con datos longitudinales y supervisión humana
Diagnóstico automatizado por imagen	IA para procesamiento de TAC, resonancias y radiografías	Incremento en precisión diagnóstica y detección temprana de patologías complejas	Sesgos en entrenamiento de algoritmos y limitaciones de bases de datos	Vera (2024); Murillo et al., (2015)	Crear bancos de imágenes multicéntricos y mejorar anonimización y calidad de datos
Integración multimodal de datos	Combinación de imágenes médicas con datos fisiológicos de IoT	Proporciona un panorama integral del estado del paciente y soporta decisiones clínicas rápidas	Falta de interoperabilidad entre sistemas PACS y plataformas de monitoreo	Murillo et al., (2015); Zaman et al., (2022)	Desarrollar arquitecturas abiertas y seguras para integrar múltiples fuentes de datos

Aplicación	Tecnologías utilizadas	Impacto	Retos	Autores	Estrategias de mejora
Protección y gestión de datos	Cifrado avanzado, autenticación biométrica y blockchain	Aumenta la confianza en la privacidad de la información clínica	Brechas de seguridad y ausencia de regulaciones uniformes	Zaman et al., (2022); Cansu y Hanim (2016)	Implementar normas internacionales y auditorías periódicas de ciberseguridad
Ecosistema inteligente interconectado	Interoperabilidad entre dispositivos IoT, HCE y plataformas de IA	Facilita continuidad de atención y análisis predictivo integral	Fragmentación tecnológica y dependencia de proveedores	Paganelli et al., (2022); Uddin y Koo (2024)	Establecer estándares abiertos, políticas de integración y certificaciones de calidad

Nota. Autoría propia

Esta tabla ofrece una visión más completa sobre el aporte de las tecnologías IoT e IA en la seguridad del paciente, incorporando el análisis de imágenes diagnósticas como una dimensión clave. Los autores consultados coinciden en que la combinación de imágenes médicas con datos fisiológicos en entornos IoT no solo mejora la detección temprana de eventos críticos, sino que redefine el concepto de monitorización clínica, pasando de un modelo reactivo a uno predictivo y preventivo.

Además, se observa que los principales beneficios clínicos como precisión, reducción de tiempos de respuesta y prevención de errores, se ven limitados por problemas de interoperabilidad, seguridad de datos y sesgos algorítmicos. Esto evidencia la necesidad de implementar estrategias técnicas y regulatorias más sólidas que aseguren una adopción segura y efectiva de estas soluciones en entornos hospitalarios.

Tabla 5*Recomendaciones para la Adopción Segura y Efectiva de la IA En Radiología*

Ejes	Recomendación	Aplicación	Beneficio	Autores
Interoperabilidad en Radiología	Implementar estándares DICOM, DICOMweb, HL7-FHIR y PACS/RIS integrados con plataformas IoT.	Integración de imágenes médicas con sensores de monitorización del paciente (IoMT) y análisis automático con IA.	Evitar pérdida de información, unificar estudios y mejorar trazabilidad.	Aguirre et al., (2021); Zaman et al., (2022).
	Usar arquitecturas híbridas (cloud + edge) para procesamiento de imágenes.	Preprocesamiento local de imágenes (edge) y análisis avanzados en la nube con IRM, TAC y ecografía.	Reducir latencia en diagnósticos y aumentar la disponibilidad.	Castro et al. (2017); Baquero et al., (2019).
	Aplicar interoperabilidad semántica para estudios multimodales.	Unificar datos de PET, TAC, RM y radiografías en un único ecosistema de análisis automático.	Mejorar precisión diagnóstica en estudios comparativos.	Sanmartín et al., (2016).
Protección de datos y ciberseguridad	Cifrado avanzado para imágenes médicas y datos de sensores IoT.	Protección de imágenes DICOM y metadatos del paciente almacenados en PACS.	Evitar accesos no autorizados y garantizar integridad.	Cansu y Hanim (2016); Sánchez (2019).
	Anonimización estricta de imágenes y datasets de entrenamiento.	Eliminación de datos identificables en estudios para IA radiológica.	Cumplir normas éticas y garantizar privacidad.	Dimitrov (2016); Zaharchuk et al., (2018).
	Control de acceso basado en roles y segmentación de redes.	Separación de estaciones de diagnóstico, PACS e IoT clínico.	Minimizar riesgos ante ciberataques o malware.	Bastidas et al., (2022).
Fortalecimiento del diagnóstico radiológico mediante IA	Validar algoritmos de IA para detección de lesiones y clasificación de imágenes.	Detección de tumores, infiltrados, fracturas, patrones pulmonares, hemorragias, etc.	Aumentar sensibilidad y especificidad diagnóstica.	Aguirre et al., (2021); Vera (2024).

Ejes	Recomendación	Aplicación	Beneficio	Autores
Optimización del flujo de trabajo radiológico	Usar IA explicable (XAI) en radiología.	Mostrar mapas de calor, regiones destacadas y explicaciones de clasificación.	Evitar decisiones opacas y mejorar confianza del radiólogo.	Morales Santiago et al., (2023).
	Supervisión continua humana (Human-in-the-loop).	El radiólogo valida y corrige las predicciones automáticas.	Reducir falsos positivos/negativos y mejorar trazabilidad.	Uddin y Koo (2024).
	Implementar alertas en tiempo real con IoT (IoMT).	Notificación inmediata de estudios críticos (trombosis, neumotórax, hemorragias).	Reducir tiempos de respuesta y mortalidad.	Abdulmalek et al., (2022); Giraldo et al., (2016).
	Integrar wearables para monitorización en salas de imagen.	Control de signos vitales durante resonancias, TAC o procedimientos intervencionistas.	Prevenir eventos adversos durante estudios.	Gaspar et al., (2021).
	Automatizar la priorización de estudios con IA.	Triaje automático de imágenes críticas.	Optimizar carga de trabajo del radiólogo.	Zaharchuk et al., (2018).
Calidad y gestión de datos radiológicos	Asegurar calibración y certificación de dispositivos IoT, sensores y equipos de imagen.	Evitar artefactos, datos incompletos y lecturas defectuosas.	Garantizar imágenes confiables para IA.	Bonato (2010).
	Mantener repositorios de imágenes organizados, limpios y estandarizados.	Curación de datasets para entrenamiento y validación de IA radiológica.	Evitar sesgos y mejorar precisión.	Kitchenham (2004).
Capacitación del personal radiológico	Formación continua en IA, IoT y análisis automatizado.	Capacitación de radiólogos y tecnólogos en herramientas inteligentes.	Mejorar adopción y uso responsable.	Flick (2015); Chimbolema y Llerena (2023).
	Educación en ciberseguridad para	Identificación de amenazas, phishing	Mantener un entorno seguro para imágenes.	Cansu y Hanim (2016).

Ejes	Recomendación	Aplicación	Beneficio	Autores
Investigación e innovación en Radiología	personal de Radiología.	y riesgos en redes hospitalarias.		
	Alianzas entre radiología, ingeniería e informática médica.	Desarrollo de algoritmos y sensores especializados para imágenes médicas.	Impulsar soluciones clínicas reales.	Zanella et al., (2012).
	Promover estudios clínicos sobre impacto de IA e IoT en precisión diagnóstica.	Evaluación de resultados reales en pacientes.	Validar utilidad y seguridad.	Murillo et al., (2015).

Nota. Autoría propia

Conclusiones

La integración de IoT e IA transforma la seguridad clínica, al posibilitar la monitorización continua, la generación automática de alertas y el análisis predictivo de datos e imágenes diagnósticas, reduciendo tiempos de respuesta y errores humanos.

El análisis automatizado de imágenes médicas mediante IA, combinado con datos provenientes de sensores IoT, facilita la detección temprana de eventos clínicos críticos, lo que contribuye a la toma de decisiones médicas más precisa y oportuna.

La adopción efectiva de estas tecnologías requiere superar barreras de interoperabilidad, privacidad y estandarización de datos, se recomienda fortalecer los marcos éticos y de ciberseguridad, así como promover la capacitación técnica del personal sanitario para garantizar una implementación segura y sostenible.

Los sistemas IoT permiten una vigilancia médica continua incluso fuera del entorno hospitalario, favoreciendo el seguimiento remoto de pacientes crónicos y reduciendo las tasas de rehospitalización, especialmente en patologías cardiovasculares y respiratorias.

La Inteligencia Artificial actúa como un componente analítico complementario del IoT, al permitir la interpretación automática de grandes volúmenes de datos fisiológicos e imágenes diagnósticas, incrementando la capacidad del personal médico para detectar patrones clínicos anómalos.

Los resultados evidencian que los sistemas basados en IoT e IA mejoran significativamente la capacidad de respuesta clínica, con reducciones del 30 al 40 % en el tiempo de detección de eventos críticos.

La combinación de IoT e IA potencia la medicina preventiva y predictiva, permitiendo que los sistemas hospitalarios respondan antes de la ocurrencia de un evento adverso, lo que mejora de manera directa la seguridad del paciente.

El análisis automatizado de imágenes médicas mediante IA dentro de entornos IoT interconectados ofrece una precisión diagnóstica superior, reduciendo errores humanos y tiempos de respuesta, y facilitando diagnósticos más oportunos.

Los desafíos tecnológicos y éticos, especialmente la interoperabilidad, la seguridad de los datos y la estandarización de dispositivos, deben ser abordados como prioridades estratégicas para garantizar la implementación sostenible y confiable de estas tecnologías en entornos clínicos reales.

El análisis de los estudios revisados evidencia que el uso combinado de sensores biomédicos, plataformas IoT y algoritmos de inteligencia artificial mejora la capacidad de detección temprana de eventos clínicos críticos y optimiza los tiempos de respuesta médica. Este cambio de paradigma impulsa una atención sanitaria más proactiva, orientada al monitoreo continuo del paciente y a la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real.

La semejanza entre imágenes diagnósticas y datos fisiológicos capturados por dispositivos conectados permite un diagnóstico integral y oportuno. Esta convergencia tecnológica no solo incrementa la precisión en la detección de patologías, sino que también reduce los errores humanos y fortalece la trazabilidad clínica. Investigaciones futuras pueden centrarse en la creación de modelos híbridos que integren imagenología, bioseñales y análisis predictivo en entornos hospitalarios inteligentes.

El desarrollo de protocolos unificados, estándares de comunicación entre dispositivos y mecanismos de protección de datos es esencial para una adopción segura y sostenible. Futuros

trabajos deberían explorar estrategias normativas y marcos éticos que regulen la confiabilidad de los sistemas IA–IoT, priorizando la privacidad del paciente y la transparencia en la toma de decisiones automatizadas.

Referencias Bibliográficas

- Abdulmalek, S., et al. (2022). *IoT-Based Healthcare-Monitoring System towards Improving Quality of Life: A Review*. *Healthcare*, 10(10), 1993.
<https://doi.org/10.3390/healthcare10101993>
- Aguirre, F., Carballo, L., González, X., & Gigirey, V. (2021). Inteligencia artificial aplicada a la imagen médica: Revisión de tema. *Revista de Imagenología*, 24(2), 9-20.
<https://sriuy.org.uy/ojs/index.php/Rdi/article/view/94>
- Alekya, R., et al. (2020). *IoT based Smart Healthcare Monitoring Systems: A Literature Review*. [PDF] <https://www.smec.ac.in/assets/images/committee/research/20-21/ece/11%20IoT%20based%20Smart%20Healthcare%20Monitoring%20systems%20Literature%20review.pdf>
- Baquero, A., Ballesteros, D., Aya, P., Perdomo, O., Muñoz, H., Quiroga, D., Sarmiento, J., Córdoba, N., Beltrán, A., & Núñez, A. (2019). *IoT para la monitorización de temperatura y humedad en farmacia hospitalaria* [Trabajo de grado, Universidad del Rosario]. <https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/30011>
- Bastidas, G., Rojas, A., & Bastidas, D. (2022). Internet de las cosas: una opción interesante para el futuro de la salud pública. *Revista Información Científica*, 101(1), 50–58.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742022000100050
- Becerra, L. (2019). Internet de las cosas para el cuidado de la salud. *Revista Criterio Libre*, 17(31), 149–166. <https://doi.org/10.31908/19098367.1167>
- Bonato, P. (2010). Wearable sensors and systems. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 29(3), 25–36. <https://ieeexplore.ieee.org/document/5463017>

- Burak, A. (2023). *¿Qué es el IoMT? De wearables a dispositivos que salvan vidas*. Relevant Software. <https://relevant.software/blog/what-is-iot/>
- Cansu, E., & Hanim, E. (2016). Security threats and recommendation in IoT healthcare. *5th International Workshop on Software Engineering for Resilient Systems*.
<https://ep.liu.se/ecp/142/054/ecp17142054.pdf>
- Casillo, M., et al. (2024). *Integración del Internet de las Cosas (IoT) en la Medicina de SPA: Innovaciones y Desafíos en el Bienestar Digital*. *Computers*, 13(3), 67.
<https://doi.org/10.3390/computers13030067>
- Castro, D., Coral. W., Cabra., J., Colorado, J., Méndez, D. & Trujillo, L. (2017). Survey on iot soluciones applied to Healthcare. *Dyna*, 84 (203), 158-167
<https://doi.org/10.15446/dyna.v84n203.64558>
- Cera, J., Martínez, L., Rojas, J., Villaveces, J., & Sanmartín, P. (2015). Apoyo al estado del arte del Internet de las cosas en salud. *Revista Identica*, 6(1), 56–64.
<https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identica/article/download/2522/2423>
- Chimbolema, L. & Llerena, J. (2023). *Revisión de la literatura sobre el uso del internet to things enfocada a la atención hospitalaria*. [Trabajo de titulación de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25117/1/UPS-GT004438.pdf>
- Dimitrov, D. V. (2016). Medical Internet of Things and Big Data in Healthcare. *Healthcare Informatics Research*, 22(3), 156–163. <https://doi.org/10.4258/hir.2016.22.3.156>
- Flick, U. (2015). *Introducción a la investigación cualitativa* (5.ª ed.). Ediciones Morata.
https://edmorata.es/wp-content/uploads/2021/02/Flick.-Introduccion-a-la-investigacion-cualitativa_prw.pdf

- Gaspar, R., Bonacin, R., & Gonçalves, V. (2021). *Um estudo sobre atividades participativas para soluções IoT para home care de pessoas idosas* [Informe técnico]. arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.01078>
- Giraldo, L., Torres, S., Martínez, D., Gutiérrez, L. M., & Pérez, R. (2016). Tele-care and tele-alarms for the elderly. *Revista de Saúde Pública*, 50, 7. <https://doi.org/10.1590/S0034-8910.2013047004574>
- Hernández Sampieri, R., Mendoza, C., & Baptista, P. (2021). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University.
https://www.researchgate.net/publication/228756057_Procedures_for_Performing_Systematic_Reviews
- Krizhevsky, A., Sutskever, I. & Hinton, G. (2012). *ImageNet classification with deep convolutional neural networks*. In F. Pereira, C. J. C. Burges, L. Bottou, & K. Q. Weinberger (Eds.), *Advances in neural information processing systems* (Vol. 25). Curran Associates, Inc. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2999134.2999257>
- León, P., Perea, R., Ríos, M., & Linares, S. (2024). Impacto del IoT en la salud: fomentando la actividad física para la prevención eficaz de enfermedades. *Revista InnoCAE*, 5(2), 25-38. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/innocae/article/view/7109/6611>
- Morales Santiago, A., Souto Bayarri, M., & Barreiro Ares, A. (2023). *Impacto del auge de la inteligencia artificial en la radiología: ¿Qué piensan los estudiantes?* Universidad de Santiago de Compostela.

https://webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php?media=monografia_apurf_2023_annia_morales_v2.pdf

Murillo, S., Márquez, C., & Segura, B. (2015). Impacto de IoT en la prevención, asistencia, detección y rehabilitación de pacientes con deterioro cognitivo: una revisión. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9(17).

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672015000100004

Paganelli, A., Velmovitsky, P., Miranda, P., Branco, A., Alencar, P., Cowan, D., Endler, M., & Morita, P. (2022). Una arquitectura conceptual de alerta temprana basada en IoT para la monitorización remota de pacientes con COVID-19 en salas y en el hogar. *Cosas de Internet (Amst)*, 18, 100399. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2021.100399>

Pradesh, S. (s.f.). IoT in healthcare: How the Internet of Things is transforming medical care.

Cavli Wireless. <https://www.cavliwireless.com/blog/nerdiest-of-things/iot-in-healthcare>

Sánchez, P. (2019). Internet de las cosas y seguridad en hospitales. *Hospitecnia*.

<https://hospitecnia.com/tecnologia/iot-internet-de-las-cosas/iot-seguridad-hospitales/>

Sanmartín, P., Ávila, K., Vilora, C. & Jabba, D. (2016). *Internet of Things and Home-Centered Health*. *Salud Uninorte*, 32(2), 279–292. <https://doi.org/10.14482/sun.32.2.8954>

Sonavane, A., Khamparia, A., & Gupta, D. (2023). *Una revisión sistemática sobre Internet de las cosas médicas: técnicas, problemas abiertos y direcciones futuras*. *Salud by Díaz*.

<https://saludbydiaz.com/2023/07/16/una-revision-sistemica-sobre-internet-de-las-cosas-medicas-tecnicas-problemas-abiertos-y-direcciones-futuras>

Uddin, R., & Koo, I. (2024). *Monitoreo remoto de pacientes en tiempo real: Una revisión de biosensores integrados con sistemas IoT multialto mediante conectividad en la nube*.

Applied Sciences, 14(5), 1876. <https://doi.org/10.3390/app14051876>

Vera, O. (2024). IA y radiología: Una nueva era de precisión y eficacia. Ultralytics.

<https://www.ultralytics.com/es/blog/ai-and-radiology-a-new-era-of-precision-and-efficiency>

Zaman, U., Imran, Mehmood, F., Iqbal, N., Kim, J., e Ibrahim, M. (2022). Hacia un Internet de las Cosas de la Salud Seguro e Inteligente: Un Estudio de las Tecnologías y Aplicaciones Facilitadoras. *Electronics* , 11(12), 1893. <https://doi.org/10.3390/electronics11121893>

Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2012). Internet de las cosas para ciudades inteligentes. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22–32.

<http://dx.doi.org/10.1109/JIOT.2014..2306328>

Zaharchuk, G., Gong, E., Wintermark, M., Rubin, D., & Langlotz, C. (2018). Deep Learning in Neuroradiology. *American Journal of Neuro-radiology October*, 39 (10) 1776-1784.

<https://doi.org/10.3174/ajnr.A5543>