

Internet de las cosas en emergencias médicas: avances, desafíos y oportunidades: Una revisión de literatura

Internet of Things in medical emergencies: advances, challenges, and opportunities: a literature review

Luis Eduardo Betancourt Cruz, Eddy Alejandro Loor Navia

Facultad de Ciencias Informáticas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo - Ecuador

lbetancourt4793@utm.edu.ec, alejandro.loor@utm.edu.ec

Resumen

El Internet de las Cosas (IoT) está revolucionando diversos sectores, y las emergencias médicas son uno de los campos donde su impacto es particularmente significativo. La integración de dispositivos IoT en la atención médica permite avances sustanciales en la monitorización y tratamiento de pacientes en situaciones críticas. Estos dispositivos facilitan la recolección y transmisión en tiempo real de datos vitales, como la frecuencia cardíaca, la presión arterial y los niveles de oxígeno, lo que mejora la capacidad de respuesta de los equipos médicos y, en consecuencia, incrementa las tasas de supervivencia. Entre los desarrollos más destacados en IoT aplicados a emergencias médicas se encuentran dispositivos portátiles, sensores implantables y sistemas de comunicación avanzados, que aseguran la transmisión de datos a través de redes seguras y confiables. No obstante, a pesar de estos avances, persisten desafíos significativos, como la seguridad y privacidad de los datos, la interoperabilidad entre distintos dispositivos y sistemas, y la gestión de grandes volúmenes de información. Estos obstáculos representan barreras cruciales que deben ser superadas para maximizar el potencial del IoT en el ámbito de las emergencias médicas. A pesar de estos retos, las oportunidades que ofrece el IoT son notables. Su implementación efectiva tiene el potencial de mejorar considerablemente la eficiencia de los servicios de emergencia, reducir los tiempos de respuesta y proporcionar diagnósticos más precisos y oportunos. En esta revisión de literatura se propone explorar los avances recientes, los desafíos actuales y las oportunidades futuras del IoT en el contexto de las emergencias médicas, ofreciendo una visión integral sobre su impacto y el potencial transformador de esta tecnología revolucionaria en la atención sanitaria.

Palabras Claves: *Telemedicina, Ciberseguridad, Sensores biomédico, Comunicación inalámbrica, Sistemas de información*

Abstract

The Internet of Things (IoT) is revolutionizing various sectors, and medical emergencies are one of the fields where its impact is particularly significant. The integration of IoT devices in healthcare enables substantial advances in the monitoring and treatment of patients in critical situations. These devices facilitate the real-time collection and transmission of vital data, such as heart rate, blood pressure, and oxygen levels by improving the responsiveness of medical teams and consequently increasing survival rates. Among the most prominent developments in IoT applied to medical emergencies are wearable devices, implantable sensors, and advanced communication systems, which ensure the transmission of data over secure and reliable networks. However, despite these advances, significant challenges remain, such as data security and privacy, interoperability between different devices and systems, and the management of large volumes of information. These obstacles represent crucial barriers that must be overcome to maximize the potential of IoT in the field of medical emergencies. Despite these challenges, the opportunities offered by IoT are remarkable. Its effective implementation has the potential to considerably improve the efficiency of emergency services, to reduce response times, and to provide more accurate and timely diagnoses. This literature review aims to explore the recent advances, current challenges, and future opportunities of IoT in the context of medical emergencies by offering a comprehensive view on its impact and the transformative potential of this revolutionary technology in healthcare.

Keywords: *Telemedicine, Cybersecurity, Biomedical sensors, Wireless communication, Information systems.*



Fecha de Recepción: 03/03/2024 - Aceptado: 22/03/2024 - Publicado: 31/03/2024
ISSN: 2477-9253 - DOI: <http://dx.doi.org/10.24133/RCS.D.VOL09.N01.2024.03>

I. Introducción

La educación para la paz en países en conflicto es una empresa multifacética que busca promover la estabilidad en un mundo cada vez más interconectado, el Internet de las Cosas IoT ha emergido como una fuerza transformadora en diversos sectores, y el ámbito de la salud no es la excepción. El IoT, que se refiere a la red de dispositivos y sistemas interconectados capaces de recolectar, intercambiar y analizar datos a través de Internet, está revolucionando la manera en que se gestionan y se prestan los servicios médicos. En el contexto de las emergencias médicas, esta tecnología ofrece un potencial considerable para mejorar la respuesta y la atención a pacientes en situaciones críticas, proporcionando herramientas avanzadas para la monitorización y la toma de decisiones en tiempo real.

La implementación del IoT en emergencias médicas ha permitido el desarrollo de una gama de dispositivos y sistemas innovadores, desde sensores biomédicos portátiles hasta plataformas de comunicación avanzadas. Estos dispositivos son capaces de capturar y transmitir datos vitales como la frecuencia cardíaca, la presión arterial y los niveles de oxígeno, lo que permite a los equipos médicos monitorear a los pacientes de manera continua y remota. La capacidad de recibir información crítica en tiempo real puede acelerar la identificación de condiciones graves, facilitar intervenciones más rápidas y, en última instancia, mejorar las tasas de supervivencia.

A pesar de estos avances, la integración del IoT en el ámbito de las emergencias médicas presenta desafíos significativos. La seguridad y la privacidad de los datos médicos son preocupaciones primordiales, dado que el intercambio y almacenamiento de información sensible pueden ser vulnerables a ciberataques y accesos no autorizados. Además, la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y sistemas sigue siendo un obstáculo, ya que la falta de estándares comunes puede limitar la efectividad de las tecnologías IoT y complicar su integración en entornos de emergencia.

La presente revisión de literatura tiene como objetivo explorar los avances recientes en la aplicación del IoT en emergencias médicas, así como identificar los principales desafíos y oportunidades que enfrenta esta tecnología. Se realizará una evaluación detallada de los estudios existentes para proporcionar una visión comprensiva de cómo el IoT está impactando la atención médica en situaciones de emergencia. Esta revisión también destacará las áreas en las que se requieren mejoras y desarrollos adicionales, con el fin de maximizar el potencial del IoT para mejorar la respuesta y la calidad de la atención en emergencias médicas.

A medida que las tecnologías emergentes continúan evolucionando, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, el IoT tiene el potencial de transformar aún más el manejo de emergencias médicas. Sin embargo, para aprovechar plenamente estas oportunidades, es esencial abordar los desafíos relacionados con la seguridad de los datos, la interoperabilidad de los sistemas y la implementación efectiva de soluciones tecnológicas. En última instancia, esta revisión busca contribuir al entendimiento de cómo el IoT puede ser una herramienta poderosa para salvar vidas y optimizar la eficiencia de los servicios de emergencia médica, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en este campo.

II. Materiales y Métodos

Para la revisión de la literatura sobre el uso del Internet de las Cosas (IoT) en emergencias médicas, se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas y científicas reconocidas, incluyendo PubMed, IEEE Xplore, Scopus y Google Scholar. La búsqueda abarcó publicaciones desde el año 2010 hasta la ac-

tualidad, para asegurar la inclusión de los desarrollos más recientes en el campo. Los términos de búsqueda utilizados incluyeron combinaciones de las siguientes palabras clave: Internet de las Cosas, emergencias médicas, telemedicina, ciberseguridad, sensores biomédicos y comunicación inalámbrica.

Para la selección de estudios se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para filtrar los estudios relevantes. Los criterios de inclusión fueron: artículos revisados por pares, estudios que abordaran específicamente la aplicación de tecnologías IoT en el contexto de emergencias médicas, y artículos disponibles en inglés y español. Los criterios de exclusión incluyeron estudios que no aportaran datos empíricos o que no se centraran en el ámbito médico.

Los artículos seleccionados fueron analizados cualitativamente para identificar los principales avances, desafíos y oportunidades en la aplicación del IoT en emergencias médicas. Se categorizaron los hallazgos en temas como la monitorización de pacientes, la transmisión de datos en tiempo real, la seguridad y privacidad de los datos, y la interoperabilidad de sistemas. Además, se evaluó la metodología de cada estudio para determinar su rigor científico y la relevancia de sus conclusiones.

Se revisaron diferentes dispositivos y tecnologías IoT utilizados en emergencias médicas, como sensores biomédicos portátiles, sistemas de comunicación inalámbrica y plataformas de gestión de datos en la nube. Se consideraron las especificaciones técnicas, las capacidades de integración y la eficacia en entornos de emergencia.

Se realizó un análisis exhaustivo del contenido de cada artículo. En la primera búsqueda de información, se encontraron 1235 artículos. Posteriormente, se definieron palabras clave basadas en las preguntas de investigación planteadas. Tras una segunda consulta que combinó dos o más palabras clave, se obtuvieron 225 artículos (ver Figura 1).

Además, se llevó a cabo una evaluación de los resultados obtenidos en la búsqueda, aplicando criterios específicos de inclusión y exclusión. Como resultado, se seleccionaron 20 artículos que cumplieran con dichos criterios (ver Figura 2). Esta selección asegura que la información sea relevante y de alta calidad.

Figura 1: *Artículos encontrados*

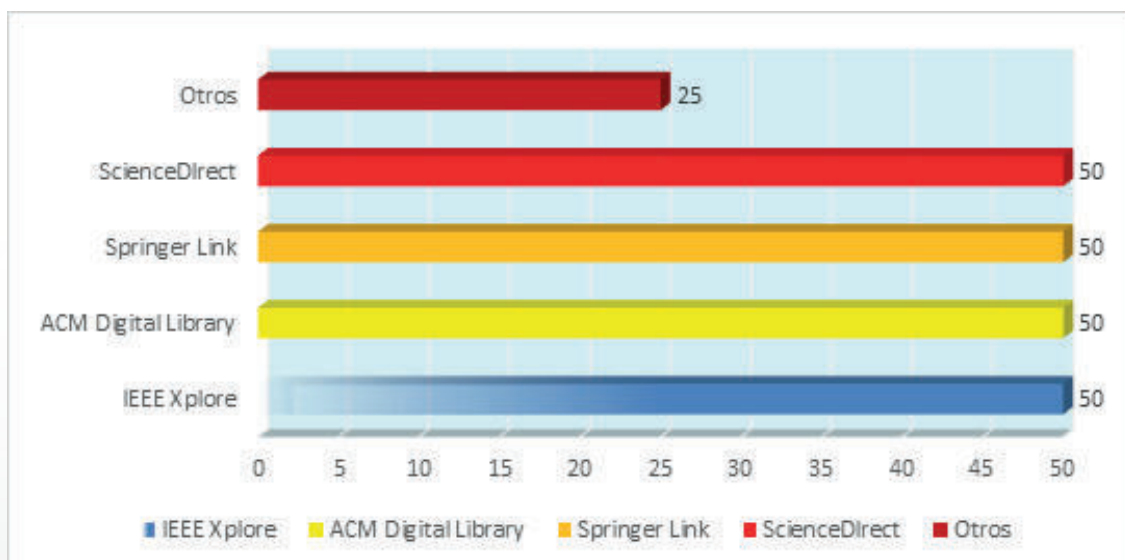
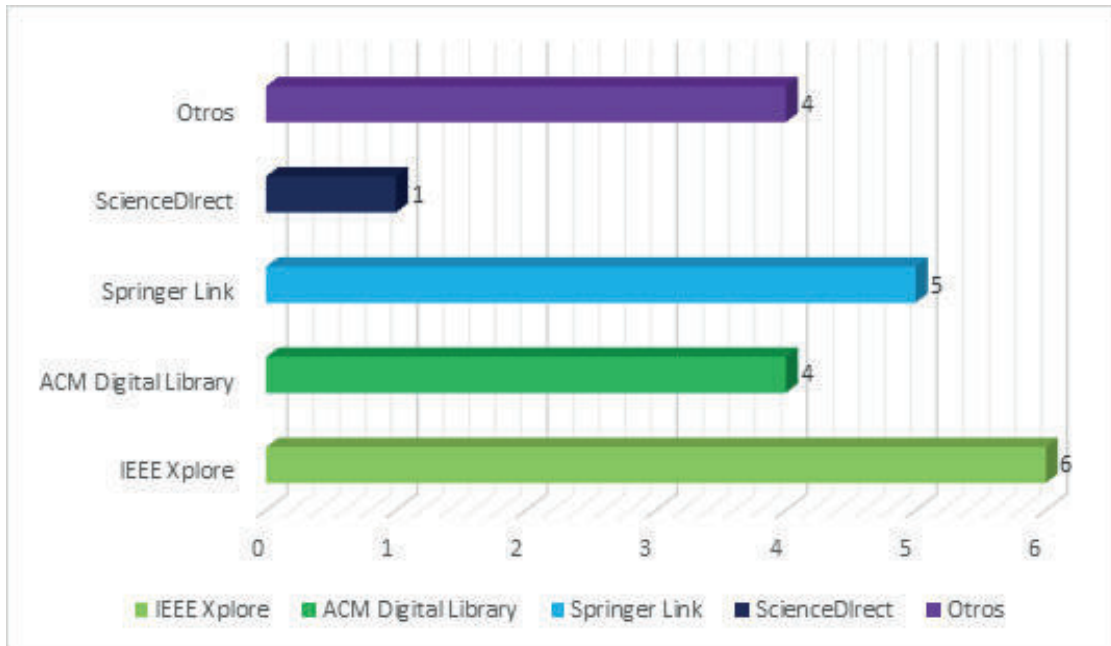


Figura 2: Selección de artículos

III. Evaluación de Resultados y Discusión

Se identificaron numerosos estudios que demuestran el potencial del IoT en la monitorización remota de pacientes en situaciones de emergencia. Dispositivos como sensores portátiles y sistemas de comunicación inalámbrica han mejorado la capacidad de los servicios médicos para monitorear constantes vitales en tiempo real, permitiendo una respuesta más rápida y precisa. Por ejemplo, el uso de sensores biomédicos ha permitido la detección temprana de condiciones críticas como arritmias y fallos respiratorios, mejorando significativamente las tasas de supervivencia. Carrión, et al., (2019)

La transmisión de datos en tiempo real es un componente clave del IoT en emergencias médicas. Varios estudios destacaron el uso de redes 5G y tecnologías de comunicación avanzada para garantizar la transmisión rápida y segura de datos médicos críticos. La implementación de estas tecnologías ha permitido a los profesionales de la salud tomar decisiones informadas más rápidamente, reduciendo el tiempo entre el diagnóstico y el tratamiento.

De acuerdo con Mohammadi, et al., (2020), un desafío recurrente identificado en la literatura es la seguridad y privacidad de los datos. Aunque la tecnología IoT ofrece numerosas ventajas, también presenta riesgos significativos en cuanto a la protección de información sensible. La mayoría de los estudios revisados enfatizan la necesidad de protocolos de seguridad robustos y políticas de privacidad para proteger los datos de los pacientes contra accesos no autorizados y ciberataques.

En el estudio propuesto por Infante-Moro, et al., (2021), la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y sistemas es otro desafío importante. Los estudios indican que la falta de estándares comunes dificulta la integración de diversas tecnologías IoT, lo que puede limitar su eficacia en situaciones de emergencia. No obstante, se han realizado esfuerzos para desarrollar estándares y protocolos que mejoren la compatibilidad entre sistemas, Khanna, A et al., (2019)

Las oportunidades futuras para el IoT en emergencias médicas son prometedoras. La continua evolución de tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático tiene el potencial de transformar aún más la forma en que se gestionan las emergencias médicas. Estas tecnologías pueden mejorar la precisión del diagnóstico, optimizar la gestión de recursos y personalizar los tratamientos basados en datos en tiempo real (Véase Tabla 1).

3.1. Discusión

Impacto Positivo y Beneficios

Los resultados de esta revisión indican que el IoT tiene un impacto positivo significativo en la gestión de emergencias médicas. La capacidad de monitorizar pacientes en tiempo real y transmitir datos cruciales a los profesionales de la salud ha demostrado mejorar las tasas de supervivencia y la calidad de la atención médica. Estos avances no solo benefician a los pacientes, sino que también optimizan los recursos y mejoran la eficiencia de los servicios de emergencia, Abad-Segura, et al., (2020)

Desafíos Persistentes

A pesar de los avances, persisten desafíos importantes. La seguridad y privacidad de los datos continúan siendo una preocupación crítica, y la falta de interoperabilidad entre sistemas puede limitar la efectividad del IoT en situaciones de emergencia. Es esencial abordar estos desafíos mediante el desarrollo de estándares de seguridad más robustos y la promoción de la interoperabilidad a través de políticas y regulaciones adecuadas. Arenas, D. J. (2019).

Potencial de Innovación y Desarrollo Futuro

El futuro del IoT en emergencias médicas es prometedor, con muchas oportunidades para la innovación. La integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial puede llevar a mejoras significativas en la capacidad de respuesta y la calidad de la atención médica. Sin embargo, es crucial que el desarrollo tecnológico vaya acompañado de esfuerzos paralelos para garantizar la seguridad y la privacidad de los datos, así como la interoperabilidad entre sistemas.

Tabla 1: *Investigación aplicación de IoT en emergencias médicas*

Nombre del artículo	Descripción	Referencia	Base de Datos
Brijesh Chavan and Seema Rathod, Comparative Paper on Emergency Medical	Comparative Paper on Emergency Medical Services using IoT	https://ijarsct.co.in/Paper7974.pdf	IJARSCT
E. Lee, et al., "A Survey on Standards for Interoperability and Security on the Internet of Things	Internet de las cosas (IoT) en varios campos, como ciudades inteligentes, hogares inteligentes, fábricas inteligentes y atención médica.	https://ieeexplore.ieee.org/document/9381989	IEEE Xplore
Ratta, P. et al., Application of Blockchain and Internet of Things in Healthcare and Medical Sector: Applications, Challenges, and Future Perspectives	Applications, Challenges, and Future Perspectives	https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2021/7608296	Wiley Online Library

Medical Things: A Review on Security Requirements and Solutions. Sadhu, P., Yanambaka, V., Abdelgawad, A., & Yelama. (2022)	Prospect of Internet of Medical Things: A Review on Security Requirements and Solutions. Sensors,	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3589802/1/	Pubmed
Application of cognitive Internet of Medical Things for COVID-19 pandemic. Swayamsiddha, S. & (2020).	Application of cognitive Internet of Medical Things for COVID-19 pandemic. Diabetes & Metabolic Syndrome, 911-915	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7287427/	Elsevier ScienceDirect
Ubiquitous Data Accessing Method in IoT-Based Information System for Emergency Medical Services. Xu, B., Li Da, X., Hongming, C., Cheng, X., Jingyuan, H., & Fenglin, B. (2020)	Ubiquitous Data Accessing Method in IoT-Based Information System for Emergency Medical Services.	https://www.researchgate.net/publication/262056564	IEEE Explore
Gestión de la economía digital en la educación superior: Tendencias y perspectivas futuras. Abad-Segura, E., González-Zamar, M. D., Rosa, A. L. de la, & Gallardo-Pérez, J. (2020).	Gestión de la economía digital en la educación superior: Tendencias y perspectivas futuras. Campus Virtuales, 9(1), 57-68.	http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/621	SpringerLink
Tendencias en gestión de recursos humanos en una empresa saludable y digitalizada. Arenas, D. J. (2019)	Tendencias en gestión de recursos humanos en una empresa saludable y digitalizada.	http://www.uajournals.com/ojs/index.php/iisebc/article/view/471	SpringerLink
Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. Carrión, P., & Quaresma, M. (2019).	Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais	https://doi.org/10.5965/2316796308152019049	ACM Digital Library
Key Factors in the Implementation of the Internet of Things in the Hotel Sector. Applied Sciences, 11(7), 2924 Infante-Moro, A., Infante-Moro, J. C., & Gallardo-Pérez, J. (2021).	Key Factors in the Implementation of the Internet of Things in the Hotel Sector. Applied Sciences, 11(7), 2924	https://doi.org/10.3390/app11072924	MDPI
Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. Khanna, A., & Kaur, S. (2019)	Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture.	https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.039	SpringerLink
Deep Learning for IoT Big Data and Streaming Analytics. Mohammadi, M., Al-Fuqaha, A., Sorour, S., & Guizani, M. (2020).	Deep Learning for IoT Big Data and Streaming Analytics	https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2844341	IEEE Xplore

Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar. Revista Salud Uninorte, 32(2), 337-351.	Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar	https://www.redalyc.org/pdf/817/81748361017.pdf	Otra
Arango Astorga, P., et al., Internet de las cosas en el ámbito de la atención médica: tendencias y desafíos. Revista Cubana de Informática Médica, 14(1).	Internet de las cosas en el ámbito de la atención médica: tendencias y desafíos.	http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18592022000100014	SpringerLink
Futuro y desafío para la epidemiología y la salud pública Rodríguez-Gómez, R. Internet de las cosas	Futuro y desafío para la epidemiología y la salud pública	http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072019000300253	SCIELO
Internet de las cosas (IoT)	Soluciones de internet de las cosas en industrias	https://books.google.com.ec/books/about/Internet+de+las+Cosas+IoT.html?hl=es&id=vnnEDwAAQBAJ&redir_esc=y	IEEE Explore
Evaluación de potencial del internet de las cosas en la salud mediante mapas cognitivos difusos. Quiroz Martínez, M. Á., Arguello Ruiz, R. A., Gómez Ríos, M. D., & Leyva Vázquez, M. Y. (2020).	Evaluación de potencial del internet de las cosas en la salud mediante mapas cognitivos difusos.	https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1397	Otra
Diseño e implementación de un sistema multiparamétrico mediante Internet de las cosas para la medición y monitoreo de signos vitales en pacientes con necesidad de vigilancia remota Hinostraza Quñones, J. R. (2022).	Diseño e implementación de un sistema multiparamétrico mediante Internet de las cosas para la medición y monitoreo de signos vitales en pacientes con necesidad de vigilancia remota.	https://repositorio.uclh.edu.pe/handle/20.500.12872/747	Otra
Análisis descriptivo de la situación del sistema de gestión administrativo de un servicio de emergencias médicas en el ámbito de un sanatorio privado del conurbano sur bonaerense. Sousa, M. S. (2013).	Análisis descriptivo de la situación del sistema de gestión administrativo de un servicio de emergencias médicas	https://dspace.uces.edu.ar/jspui/handle/123456789/5178	SpringerLink
Inteligencia artificial (IA) y covid-19: análisis comparativo China-América Latina de Hurtado, S. Z. (2021). Inteligencia artificial (IA)	Impactos de la covid-19 en el sistema internacional	https://www.researchgate.net/publication/363238368_Inteligencia+artificial+IA+y+covid-19+análisis+comparativo+China+América+Latina	IEEE Xplore

En esta revisión realizada sobre IoT en emergencias médicas, se encontraron diversas estrategias y enfoques innovadores, se describe lo más importante:

El Internet de las Cosas ofrece una forma segura y transparente para monitorear procesos de recolección de síntomas, reduciendo así riesgos mayores para la salud de las personas.

La automatización basada en políticas de seguridad de datos asegura la confiabilidad de la información registrada de manera automática acerca de los datos médicos de los pacientes, agilizando procesos complejos de forma segura.

Según los estudios recopilados sobre el internet de las cosas en emergencias médicas, varios vacíos de conocimiento requieren una revisión adicional. En primer lugar, se necesita desarrollar y normalizar formas efectivas para su uso en casos urgentes junto con las personas involucradas, además existe la oportunidad de explorar nuevos equipos sofisticados para mejorar la atención en caso de emergencia, la salvaguardia de la privacidad y la seguridad de los datos personales a través de arquitecturas específicas que puedan ajustarse a las exigencias únicas de diferentes tipos de urgencias.

Otras zonas clave incluyen la integración del uso de la inteligencia artificial para la detección temprana de síntomas, y la aplicación de la criptografía cuántica y las técnicas forenses adaptadas a equipos con inteligencia artificial, todos los cuales representan áreas prometedoras, pero aún poco examinadas en la documentación actual.

IV. Conclusiones

El Internet de las Cosas (IoT) está marcando una nueva era en el ámbito de las emergencias médicas, transformando la forma en que se gestionan las crisis sanitarias y mejorando la atención al paciente a través de avances significativos en la monitorización remota, la transmisión de datos en tiempo real y la integración de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial. La implementación de dispositivos portátiles y sensores biomédicos no solo ha optimizado la capacidad de respuesta de los servicios médicos, sino que también ha permitido una atención más rápida, precisa y personalizada en situaciones críticas.

A pesar de los beneficios innegables que el IoT aporta, su integración en el campo de la medicina de emergencia enfrenta desafíos sustanciales. La seguridad y privacidad de los datos médicos son preocupaciones primordiales que deben ser abordadas mediante la adopción de protocolos de seguridad robustos, así como el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales. La protección de la información sensible del paciente es fundamental para generar confianza en estas tecnologías. La vulnerabilidad de los sistemas IoT a ciberataques puede comprometer no solo la privacidad de los datos, sino también la integridad de la atención médica.

Además, la interoperabilidad entre diferentes dispositivos y sistemas es un obstáculo significativo que limita la efectividad del IoT en las emergencias médicas. La falta de estándares comunes dificulta la integración de tecnologías diversas, lo que puede llevar a una fragmentación en la atención. Es crucial que los desarrolladores, proveedores de servicios y organismos reguladores trabajen de manera conjunta para establecer un marco normativo que promueva la interoperabilidad, garantizando que diferentes sistemas puedan comunicarse eficazmente entre sí.

A pesar de estos desafíos, las oportunidades que ofrece el IoT son vastas y prometedoras. La evolución continua de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, tiene el

potencial de revolucionar aún más la gestión de emergencias médicas. Estas tecnologías no solo pueden mejorar la precisión del diagnóstico, sino que también pueden optimizar la asignación de recursos y facilitar la toma de decisiones en tiempo real. Por ejemplo, el análisis de grandes volúmenes de datos en situaciones de emergencia puede permitir identificar patrones y tendencias, lo que puede ser crucial para la planificación y respuesta a crisis.

Para aprovechar plenamente estas oportunidades, es esencial que el desarrollo de tecnologías IoT en emergencias médicas vaya acompañado de un compromiso firme hacia la seguridad, privacidad e interoperabilidad. La formación de profesionales de la salud en el uso de estas tecnologías, así como la educación de los pacientes sobre sus beneficios y riesgos, también será clave para su aceptación y éxito.

En conclusión, el IoT tiene el potencial de transformar la atención en emergencias médicas, elevando la calidad de los servicios y salvando vidas. Sin embargo, su implementación exitosa dependerá de abordar de manera efectiva los desafíos relacionados con la seguridad, la privacidad y la interoperabilidad. Con una estrategia bien definida y un enfoque colaborativo, el IoT puede convertirse en una herramienta esencial en la mejora de la eficiencia y efectividad de los servicios de emergencia médica en el futuro.

Reconocimientos

Agradecemos a los valientes profesionales de la salud que día a día enfrentan desafíos en situaciones de emergencia con un compromiso inquebrantable y una dedicación ejemplar. Su esfuerzo constante y su capacidad para tomar decisiones rápidas y precisas bajo presión son una fuente de inspiración para todos nosotros. Este trabajo es un homenaje a su valentía y a la noble labor que desempeñan, y un reconocimiento a su incansable contribución al bienestar de la sociedad.

A mi familia y amigos, les agradezco profundamente por su amor, apoyo y paciencia incondicionales a lo largo de todo este proceso. Sus palabras de aliento y su comprensión han sido mi fuente de fortaleza y motivación en cada etapa de este proyecto. Sin su respaldo, este trabajo no habría sido posible.

También quiero expresar mi agradecimiento a los investigadores, desarrolladores y profesionales del campo de la tecnología y la medicina, cuyo esfuerzo innovador y dedicación han hecho posible los avances significativos en el Internet de las Cosas. Su trabajo incansable en la creación de soluciones tecnológicas para emergencias médicas tiene el potencial de transformar vidas y mejorar la calidad de la atención médica en todo el mundo.

Finalmente, dedico esta obra a todas las personas que, aunque enfrentan desafíos de salud en situaciones críticas, encuentran esperanza en los avances tecnológicos y en la capacidad de los sistemas modernos para ofrecerles una atención más eficaz y personalizada. Su fortaleza y su espíritu de lucha son un recordatorio constante de la importancia de seguir innovando y buscando soluciones que puedan marcar una diferencia real en sus vidas.

Referencias

- Arango Astorga, P., & Garcia Garcia, Y. (2022). Internet de las cosas en el ámbito de la atención médica: tendencias y desafíos. *Revista Cubana de Informática Médica*, 14(1).
- Barberán Vizuela, M. S., & Chela Criollo, J. K. (2021). *Prótesis impresas en 3D y aplicativo móvil de geolocalización: Caso de Estudio Novus Spem*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20293>
- Carvajal Nagua, K. A., & Solano Cedeño, C. S. (2021). Desarrollo de una Aplicación Web para el Control de citas y manejo de historial médico en la Unidad Médica Family care de la ciudad de Guayaquil. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20905>
- Chavan, M. &. (01 de 2023). International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. Obtenido de *Comparative Paper on Emergency Medical Services using IoT*: <https://ijar-sct.co.in/Paper7974.pdf>
- De Hurtado, S. Z. (2021). *Inteligencia artificial (IA) y covid-19: análisis comparativo China-América Latina. de Impactos de la covid-19 en el sistema internacional y en la integración regional*, Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia, 115-151.
- Diabetes & Metabolic Syndrome, 911-915.
- Díaz Arce, M. A. (2014). Plataforma de salud movil (M-HEALTH) basada en el internet de las cosas para la prevención de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes en México.
- Fuentes, R. C. (2022). Sistema IoT para monitoreo remoto de signos vitales para la COVID-19 (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO)..
- George, D. E., Jose, A., Abishek, K. B., Rajeev, A., Kabeer, M., & Bobby, A. T. (2022). IoT Based Emergency Communication System for Medical Transportation. *Proceedings of International Conference on Computing, Communication, Security and Intelligent Systems, IC3SIS 2022*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/IC3SIS54991.2022.9885496>
- Gunasekar, T., Karthikeyan, J., Manivannan, G., Saran, M. S. K., & Gokul, K. R. (2022). IoT Based Patient Safety Monitoring System in Hospitals. 2022 2nd International Conference on Power Electronics and IoT Applications in Renewable Energy and Its Control, PARC 2022, 22–25. <https://doi.org/10.1109/PARC52418.2022.9726617>
- Hadjichristofi, G., Varveris, G., & Katzis, K. (2020). Assessing Trustworthiness of IoT-Health Devices in Hospital Environments. 2020 8th International Conference on Communications and Networking, ComNet2020 - Proceedings, 5–9. <https://doi.org/10.1109/ComNet47917.2020.9306089>
- Hinostroza Quiñones, J. R. (2022). Diseño e implementación de un sistema multiparametrico mediante Internet de las cosas para la medición y monitoreo de signos vitales en pacientes con necesidad de vigilancia remota.
- IoT Big Data and Streaming Analytics: A Survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 20(4), 2923-2960. <https://doi.org/10.1109/COMST.2018.2844341>

- Jyothi, N. A., Parimala, K. S., & Yerraboina, S. (2018). Application of IoT in Monitoring Patient's Health Ward Relevant Parameters. *Proceedings of the 3rd International Conference on Inventive Computation Technologies*, ICICT 2018, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICICT43934.2018.9034265>
- Khan, M. R., Munir, F., & Huang, C. (2021). An IoT-enabled Automated Tight-Glycemic-control System for Intensive Care.
- Khanna, A., & Kaur, S. (2019). Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 218-231. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.039>
- Kumar, J. N. A., & Suresh, S. (2019). A Proposal of smart hospital management using hybrid Cloud, IoT, ML, and AI. *Proceedings of the 4th International Conference on Communication and Electronics Systems*, ICCES 2019, Icces, 1082–1085. <https://doi.org/10.1109/ICCES45898.2019.9002098>
- Lee, E. S. (2021). A Survey on Standards for Interoperability and Security in the Internet of Things. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 1020-1047.
- M. A. (2020). Design and Implementation of an IoT Based Medical Assistant Robot (Aido-Bot). *Proceedings of 2020 IEEE International Women in Engineering (WIE) Conference on Electrical and Computer Engineering*, WIECON-ECE 2020, 17–20. <https://doi.org/10.1109/WIECON-ECE52138.2020.9397958>
- Mohammadi, M., Al-Fuqaha, A., Sorour, S., & Guizani, M. (2020). Deep Learning for
- Patade, A. S., Gandhi, H. P., & Sharma, N. (2019). IOT Solutions for Hospitals. *2019 11th International Conference on Communication Systems and Networks*, COMSNETS 2019, 2061, 813–816. <https://doi.org/10.1109/COMSNETS.2019.8711425>
- Quiroz Martínez, M. Á., Arguello Ruiz, R. A., Gómez Ríos, M. D., & Leyva Vázquez, M. Y. (2020). Evaluación de potencial del internet de las cosas en la salud mediante mapas cognitivos difusos. *Conrado*, 16(75), 131-136.
- Ramírez Monterroso, J. C. (2023). IOT la herramienta de apoyo idónea para el cuidado de las personas de la tercera edad (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Ramírez Monterroso, J. C. (2023). IOT la herramienta de apoyo idónea para el cuidado de las personas de la tercera edad (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Ratta, P. K. (2021). Application of Blockchain and Internet of Things in Healthcare and Medical Sector: Applications, Challenges, and Future Perspectives. *Journal of Food Quality*, 1-20.
- Rodríguez-Gómez, R. (2022). Internet de las cosas, salud pública y pandemias. *Revista Salud Uninorte*, 38(1), 240-253.
- Sadhu, P., Yanambaka, V., Abdelgawad, A., & Yelama. (2022). Prospect of Internet of Medical Things: A Review on Security Requirements and Solutions. *Sensors*, 22.
- Sanmartín Mendoza, P., Ávila Hernández, K., Vilora Núñez, C., & Jabba Molinares, D. (2016). Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar. *Revista Salud Uninorte*, 32(2), 337-351.

- Swayamsiddha, S. &. (2020). Application of cognitive Internet of Medical Things for COVID-19 pandemic.
- Tejas, C., Tejashwini, V., & Murari, V. (2018). Assistive technology: An IoT based device for physically challenged people and hospital inmates. 2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology, RTEICT 2018 - *Proceedings*, 1906–1911. <https://doi.org/10.1109/RTEICT42901.2018.9012369>
- Vazquez, M. Y. L., Arteaga, B. S. M., López, J. A. M., & Martinez, M. A. Q. (2020). Design of an IOT architecture in medical environments for the treatment of hypertensive patients. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E33, 188–200.
- Xu, B., Li Da, X., Hongming, C., Cheng, X., Jingyuan, H., & Fenglin, B. (2020). Ubiquitous Data Accessing Method in IoT-Based Information System for Emergency Medical Services. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 1578-1586.
- Zerega-Prado, J., & Llerena-Izquierdo, J. (2022). Arquitectura de consolidación de la información para seguros de la salud mediante Big Data. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, 0(23 SE- Artículos). <https://doi.org/10.36561/ING.23.3>
- Zhang, H., Li, J., Wen, B., Xun, Y., & Liu, J. (2018). Connecting intelligent things in smart hospitals using NB-IoT. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(3), 1550–1560. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2792423>