

Internet de las cosas: una opción interesante para el futuro de la salud pública

Internet of things: an interesting option for the future of public
health

Gilberto Antonio Bastidas Pacheco^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-5805-6926>

Adriana Rojas Andrade² <https://orcid.org/0000-0001-5169-5699>

Daniel Alejandro Bastidas Delgado² <https://orcid.org/0000-0002-4981-4166>

¹ Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Salud Pública e Instituto de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas. Carabobo. Venezuela.

² Hospital tipo III "Dr. José Gregorio Hernández". Trujillo. Venezuela.

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: bastidasprotozoo@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: el internet de las cosas ofrece nuevas oportunidades de acceso a datos, servicios específicos en la educación, seguridad y asistencia sanitaria, entre otros campos.

Objetivo: realizar una revisión de la literatura existente sobre aspectos que definen el internet de las cosas en el ámbito de la salud pública.

Métodos: se realizó una investigación documental de la literatura en diversas bases de datos académicas y motores de búsqueda; (MEDLINE, Scopus, IEEE Xplore, PubMed, Science Direct,

Google Scholar y Google Books) y sitios web corporativos e institucionales (Cisco, Naciones Unidas y Organización Mundial de la Salud). Se utilizaron los siguientes descriptores: internet de las cosas, conectividad, salud pública, salud móvil, epidemiología, aprendizaje automático, aprendizaje profundo e inteligencia artificial. Se revisaron documentos siguiendo el método que incluye la identificación de la pregunta de investigación (con base en el objetivo) y los estudios relevantes, seguido de la selección de los escritos y el cotejo, resumen y presentación de los resultados.

Desarrollo: los conceptos y opiniones se estructuraron en tres capítulos donde se exponen las ideas esenciales relacionadas con el tema objeto de estudio: origen del internet de las cosas, el internet de las cosas en salud pública y conclusiones.

Conclusiones: el internet de las cosas representa para el área de salud pública una posibilidad innovadora para entender y atender el fenómeno salud-enfermedad de las poblaciones, y proporcionar una red de colaboración entre individuos sustentado en la conformación de una arquitectura de la participación desde un enfoque inteligente.

DeCS: internet de las cosas, intervención basada en la internet; apoyo a la planificación en salud; educación médica.

ABSTRACT

Introduction: the internet of things offers new opportunities for access to data, specific services in education, security and health care, among other fields.

Objective: to carry out a review of the existing literature on aspects that define the internet of things in the field of public health.

Methods: a documentary research of the literature was carried out in various academic databases and search engines; (MEDLINE, Scopus, IEEE Xplore, PubMed, Science Direct, Google Scholar and Google Books) and corporation and institutional websites (Cisco, United Nations and World Health Organization). The following descriptors were used: internet of things, connectivity, public health, mobile health, epidemiology, machine learning, deep learning, and artificial intelligence. Documents were reviewed following the method that includes the identification of the research question (based on the objective) and the relevant studies, followed by the selection of the writings and the comparison, summary and presentation of the results.

Development: the concepts and opinions were structured in three chapters where the essential ideas related to the subject under study are presented: origin of the internet of things, the internet of things in public health and conclusions.

Conclusions: the internet of things represents an innovative possibility for the area of public health to understand and attend to the health-disease phenomenon of populations, and to provide a network of collaboration between individuals based on the creation of an architecture of participation from a smart approach.

MeSH: internet of things; internet-based intervention; health planning support; education, medical.

Recibido: 02/12/2021

Aprobado: 07/12/2021

INTRODUCCIÓN

El internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés) es una innovación de la evolución de internet donde los objetos están hiperconectados e integrados al entorno por medio de dispositivos de rastreo y sensores (cableados inalámbricos) que permite la conexión (por un sistema de identificación de radio frecuencia) entre el mundo físico (social, salud, económico, cultural entre otros) y los entornos virtuales. Esta era digital influye en todos los aspectos de la vida del ser humano; en el área de la salud, por ejemplo, este nuevo escenario modifica sustancialmente la práctica asistencial, la educación y la investigación, pues se dispondrá como nunca antes de datos masivos en tiempo real y de forma ubicua del objeto de estudio y del contexto en el cual se encuentra inserto, que interpretados adecuadamente serían extremadamente beneficiosos para las poblaciones en el cuidado inteligente de su salud.⁽¹⁾

Se trata de una gran red de redes que conecta dispositivos inteligentes, procesos de datos y personas para estar a disponibilidad de los objetivos de la salud pública en general (también

inteligente) y de la clínica médica en particular (en lo que ya algunos llaman internet de todo), porque proporciona una fuente de datos casi omnipresente y automática en un escenario disruptivo, pero a la vez favorecedor de la eficiencia en la administración de la salud al hacer más predictivo el comportamiento de las enfermedades infecciosas, crónicas y laborales en las poblaciones, toda vez que se reduciría significativamente la debilidad que habitualmente acompaña la información sanitaria en estas áreas (imprecisiones de datos por carecer de recopilación sistemática e inexistencia de datos) y porque iría más allá de la simple mejora de la atención, de la monitorización de marcadores y del seguimiento de casos.^(2,3,4)

Resalta el interés por la descripción de las características que componen el IoT: por un lado, la reducción drástica del costo de la tecnología y el hecho de que en todas las áreas se necesite acceso a internet; y por otro, las distintas perspectivas que tratan de explicarlo; en este sentido, desde los servicios proporcionados en beneficio a la humanidad las cosas se comunican automáticamente a las computadoras y entre sí; desde la conectividad, esta es posible en cualquier momento y lugar y para cualquier persona o cosa; desde la comunicación, por tratarse de una red mundial de objetos interconectados, direccionables de forma única bajo estándares de protocolos de comunicación; y desde las redes, ya que se pasó de computadores interconectados en red a una red de objetos interconectados.⁽⁵⁾ El objetivo del presente escrito se centra en realizar una revisión de la literatura existente sobre aspectos que definen el internet de las cosas en el ámbito de la salud pública.

MÉTODOS

Se trató de una investigación documental para emitir opiniones sobre la base de una revisión de la literatura en formatos físico y digital, estos últimos a través de base de datos académicas, motores de búsqueda (MEDLINE, Scopus, IEEE Xplore, PubMed, ScienceDirect, Google Scholar y Google Books) y sitios web corporativos e institucionales (Cisco, Naciones Unidas y Organización Mundial de la Salud), para ello se emplearon los siguientes descriptores: internet de las cosas, IoT, conectividad, salud pública, salud móvil, epidemiología, aprendizaje automático, aprendizaje profundo e inteligencia artificial. Se revisaron documentos hasta agosto de 2020, con especial atención a los de reciente publicación, no se consideraron

aquellos sin aportes novedosos y sin conclusiones claras. El estudio se realizó sobre la base del método sugerido por Levac et al.⁽⁶⁾ que incluye la identificación de la pregunta de investigación (con base en el objetivo) y los estudios relevantes, seguido de la selección de los escritos y el cotejo, resumen y presentación de los resultados. Una vez recopilados y analizados los datos, los conceptos y opiniones de los hallazgos se estructuraron en tres capítulos: origen del internet de las cosas, el internet de las cosas en salud pública y conclusiones.

DESARROLLO

Origen del internet de las cosas

En la década de los años 1980 del siglo XX, Mark Weiser impulsó la integración de la informática con el entorno que engloba a los seres humanos, con sistemas que estarían presentes en todo, absolutamente en todo, incluso en partes del cuerpo humano, en lo que se llamó computación ubicua, pero fue Kevin Ashton una década después quien acuñó el nombre de "internet de las cosas" al señalar que los objetos que participan en la vida cotidiana deben estar capacitados para la incorporación de información a la web por sí solos, sin la participación de las personas; Neil Gershenfeld fue más allá al señalar que las cosas deben también estar facultadas para reconocer las necesidades de las personas haciendo gala de una especie de conciencia del entorno, bajo las premisas de mayor capacidad de cómputo, procesamiento, independencia energética, sujeción a ordenadores recopiladores de datos, sensores y sistemas de identificación por radio frecuencia (RFID en sus siglas en inglés).^(7,8,9)

El IoT puede entenderse como una red dinámica global con capacidad de autoconfiguración basada en protocolos de interoperabilidad y comunicación estándar donde las cosas físicas y virtuales tienen identidad, utilizan interfaces inteligentes y se integran adecuadamente a la red de información, con capacidad para programar eventos específicos en función de tareas que les sean dictadas en forma remota. Se prevé que en pocos años todos los objetos que emplean los seres humanos estén conectados, es decir, relacionados en la infraestructura del mundo virtual del internet para diversos beneficios sociales en campos muy heterogéneos; por ejemplo, en el campo de la salud se estimaba que 40 % de todos los dispositivos implicados en la asistencia sanitaria estén interconectados a internet en la década de 2020, lo que contribuiría a la

descentralización de los servicios de salud y en la reducción de los costos del sector, uno de los que mayor inversión económica representa para los entes oficiales debido entre otros aspectos a su gran tamaño.⁽¹⁰⁾

No caben dudas de que en el futuro cercano más cosas se conectarán a internet en una revolución tecnológica que lleva implícita una nueva realidad que significará una disrupción en el campo de la salud debido a que el ser humano dispondrá de acceso en tiempo real (a través de dispositivos inalámbricos para monitorización de pacientes y asistencias sanitarias individual o colectiva) hasta ahora impensable, a datos masivos de individuos, poblaciones y medio ambiente, que servirán de apoyo a los esfuerzos que en materia de salud realizan las autoridades sanitarias e investigadores del área; en este sentido, la medicina móvil centrada en el la telefonía celular (forma inicial de IoT) permite el monitoreo de signos vitales en tiempo real, la recolección y entrega de información sanitaria, el diagnóstico de enfermedades, la provisión de medidas terapéuticas al enfermo, la instauración de campañas de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, así como el seguimiento de endemias, epidemias y pandemias.⁽¹¹⁾

Los avasallantes avances en miniaturización de hardware, integración y conectividad impulsa el despliegue del IoT en el sector salud puesto que facilita la incorporación de sensores o robot a vestimentas y todo tipo de accesorios (lentes, brazaletes, relojes, sarcillos, entre otros) que habitualmente usan las personas facilitando de esta manera la vigilancia y monitoreo en relación con parámetros médicos (de bioseñales o marcadores biométricos como glicemia, frecuencia y ritmo cardiaco, entre otros), en lo que ya se llama "internet de las cosas médicas" que persigue la "atención sanitaria personalizada aumentada", sin que se interrumpa por una parte la actividad de los sujetos o del personal sanitario, y por otra, reduce sustancialmente la inversión económica en salud por parte del individuo, su familia y el Estado; entonces el IoT puede emplearse para la promoción de la salud, prevención de la enfermedad, diagnóstico y seguimiento de enfermedades en humanos, así como también en la investigación clínica y epidemiológica, ya que permite la trazabilidad de datos en tiempo real de los participantes en los estudios.^(12,13)

El internet de las cosas en salud pública

Santa Clara ene-dic.

El empleo a gran escala del IoT resulta particularmente útil en la salud colectiva porque facilita acceder a gran cantidad de información de infinidad de eventos en salud producto de la telemetría de información desde las actividades cotidianas de las personas, toda vez que facilitaría la detección temprana, la prevención de la enfermedad y la promoción de la salud en un mundo interrelacionado y donde impera la complejidad, con centros urbanos de alta densidad demográfica, así como de grupos sociales enclaustrados en regiones remotas o de difícil acceso; razones estas que hacen que el IoT sea de gran valor en el seguimiento de los programas sanitarios al consentir con mayor facilidad la recopilación longitudinal de datos en el momento en que ocurren los eventos objeto de intervención para la solución de los problemas de salud con base en mejoras basadas en la evidencia; en este sentido, el IoT resulta particularmente valioso en la determinación de la distribución global de las enfermedades, pues y como ejemplo únicamente en el 2 % de las patologías infecciosas se conoce su ubicación geográfica.^(14,15)

La conectividad masiva en el IoT permite a los objetos detectar, procesar y comunicarse entre sí, así como la interacción automática con las personas en un servicio inteligente, pues las máquinas logran resolver problemas y adaptarse al contexto; puede entonces, como algunos ya lo hacen, hablarse de “salud pública inteligente” en el entorno digital que ofrece el IoT, aquella proactiva en la innovación en salud y en la comprensión y anticipación de los eventos que la afecten, en este sentido destaca la asistencia remota en salud de las poblaciones dentro de los nuevos modelos de atención sanitaria (tele-evaluación, tele-diagnóstico, tele-interacciones y tele-monitoreo), que ya incluye drones necesariamente interconectados a equipos médicos, software y datos pertenecientes a la industria del cuidado de la salud (donde se integra la información sensorial, el procesamiento automático, el seguimiento en tiempo real y la comunicación a través de redes).^(16,17)

Objetos capacitados para detectar automáticamente patrones permiten el rastreo exitoso de contactos en el caso de infecciones confirmadas en el control de la propagación de pandemias, a través del reconocimiento facial basado en imágenes térmicas; se reduce así la carga de trabajo y la cantidad de personal dedicado a estas funciones que resultan un desafío para los organismos gubernamentales casi siempre sometidos a limitaciones presupuestarias y de talento humano; obstáculos clásicos en las actividades de seguimiento y control en salud.

Santa Clara ene-dic.

Asimismo, el IoT en su faceta en las redes sociales ofrece grandes cantidades de datos que pueden ayudar a la incipiente salud pública inteligente en actividades de monitoreo de reacciones adversas a drogas, predicción de la readmisión hospitalaria e incluso en el análisis de datos genómicos. Igualmente la exposición a contaminantes ambientales puede detectarse con sensores portátiles y determinarse su distribución espacial con sistemas de posicionamiento global, así como eventos climáticos extremos, incendios forestales e inundaciones con impacto directos en la salud.^(15,18)

También puede estudiarse la salud colectiva con el soporte que ofrece el IoT a los determinantes sociales, porque brindaría información de primera mano sobre estas necesidades con énfasis en las conexiones complejas y nuevas que se producen entre ellas, en este sentido, el envejecimiento de la población, una real preocupación de los gobiernos y sus sistemas de salud en lo que respecta a dependencia en actividades de la vida diaria, puede verse sustancialmente reducida con el empleo de dispositivos portátiles, sensores y tecnologías de salud móviles (multisensores) que redundan en mejoras en su calidad de vida, por ejemplo, dispositivos detectores y reguladores de temperatura dentro de la vivienda permitirían realizar ajustes autónomos ante los cambios que se experimenten durante el día para evitar los golpes de calor o de bajas temperatura con consecuencias generalmente nefastas para este grupo poblacional, incluso ya se piensa en la creación de robots (por supuesto interconectados en redes) para la atención de la población que envejece.^(15,19)

El IoT en la salud pública inteligente, aquella que utiliza la comprensión intuitiva de las redes sociales y de sensores, facilita la obtención y representación del flujo y movimiento de personas en áreas densamente pobladas en escenarios de transmisión de enfermedades y el seguimiento y control de personas con enfermedades crónicas. Reducir la mortalidad y los costos de atención y aumentar la calidad de vida son factores importantes en el uso de innovaciones sanitarias.

El IoT tiene la capacidad para mejorar la asistencia sanitaria y reducir costos, por ejemplo, las enfermedades crónicas imponen enormes costos al sistema sanitario, si no son manejadas adecuadamente, ya que, pueden dar lugar a complicaciones y acentuación de la cronicidad,

generalmente neurológicas y cardiovasculares que invariablemente conducen a la discapacidad que requiere atención sanitaria especial.⁽²⁰⁾

Asimismo puede utilizarse en la verificación de las condiciones de temperatura óptima, autenticidad de los medicamentos y vacunas desde el fabricante hasta el paciente, para monitorear la presencia de químicos peligrosos en el ambiente; en la identificación personal, para vigilar el comportamiento de las personas, prevenir desastres y mejorar la seguridad laboral; todo ello con base en la fusión de información en varios dispositivos (característica distintiva de IoT) que permite o mejora la integridad de los datos recogidos, y por tanto, asegura la reducción de las complicaciones y la necesidad de rehabilitación y por supuesto de los costos, personales, familiares y estatales.^(20,21,22)

La interoperabilidad tecnológica del IoT resulta útil para el monitoreo remoto de poblaciones en la prestación de asistencia sanitaria que puede ir desde el asesoramiento en salud hasta la implementación de programas específicos por enfermedades, porque permite detectar eventos adversos a la salud de manera temprana y con ello reducir el riesgo; vigilar en tiempo real el cumplimiento de las medidas y reducir los tratamientos innecesarios e inapropiados, las visitas a centros hospitalarios, los costos de transporte, servicio, de personal y las operaciones administrativas: elementos todos que se traducen en mejoras en la eficiencia sanitaria derivados del sobresaliente empleo de los recursos asignados y en la calidad de vida, ya que la población podría disfrutar de otras actividades en lugar de buscar servicios de salud.

El IoT puede contribuir con la salud pública en el cumplimiento de aspectos éticos de la asistencia sanitaria como el consentimiento informado, pues la codificación de los términos de la intervención harían factible la automática inscripción o retiro de los participantes (se estaría en presencia de un contrato inteligente).^(15,22,23)

La salud pública inteligente debe enfocarse en el procesamiento y análisis en tiempo real de la información que se obtiene a través del IoT, como una especie de inteligencia artificial (dar sentido a enormes cantidades de datos acumulados de varias fuentes) con el fin de propiciar en forma oportuna los programas sanitarios requeridos por la sociedad, salvando de esta manera el intervalo excesivamente largo entre la recopilación de datos y el ofrecimiento de respuesta,

con base en el desciframiento de la tendencia de la salud de la población (a través de modelos predictivos supervisados) donde la integración de IoT y redes sociales, en lo que se define como internet social de las cosas (SlIoT), puede tener un papel preponderante, dada la frecuente escasez de talento humano en los servicios esenciales de salud, la creciente demanda de suministros y equipamiento sanitario y la distribución geográfica heterogénea de las patologías que afectan al ser humano. Esto justifica que el sector salud sea uno de los que más rápidamente adoptara el IoT.^(5,24,25)

CONCLUSIONES

Se realizó una revisión de la literatura existente sobre aspectos que definen el internet de las cosas en el ámbito de la salud pública, destacándose que representa una posibilidad innovadora para entender el fenómeno salud-enfermedad de las poblaciones gracias a los algoritmos y la inteligencia artificial, porque facilita la conformación de una gran red de colaboración entre individuos sustentado en la conformación de una arquitectura de la participación. Constituye además una importante acción para el desarrollo de la investigación y la educación en el campo de la salud. No obstante, son muchos los desafíos que en esta materia deben sortear los científicos en el futuro próximo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yager R, Espada J. New advances in the Internet of Things. USA: Springer Science & Business Media; 2017.
2. Rodríguez-Gómez R. Internet de las cosas: Futuro y desafío para la epidemiología y la salud pública. Univ Salud [Internet]. 2019 [citado 15/08/2021];21(3):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1043546>
3. World Economic Forum. Health and Healthcare in the Fourth Industrial Revolution. Global Future Council on the Future of Health and Healthcare 2016-2018 [Internet]. World Economic Forum; 2019. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Future_of_Health_Council_Report.pdf

4. Bastidas G, Rojas A. COVID-19 una enfermedad emergente en el contexto de la transversalidad de la atención cuaternaria. *Aten Fam* [Internet]. 2021 [citado 08/08/2021];28(3):[aprox. 2 p.]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=100421>
5. Gil D, Fernandez A, Mora-Mora H, Peral J. Internet of Things: A Review of Surveys Based on Context Aware Intelligent Services. *Sensors (Basel)* [Internet]. 2016 [citado 08/08/2021];16(7):[aprox. 8 p.]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/305217415_Internet_of_Things_A_Review_of_Surveys_Based_on_Context_Aware_Intelligent_Services
6. Levac D, Colquhoun H, O'Brien K. Scoping studies: Advancing the methodology. *Implement Sci* [Internet]. 2010 [citado 08/08/2021];5:[aprox. 12 p.]. Disponible en: <https://implementationscience.biomedcentral.com/articles/10.1186/1748-5908-5-69>
7. Gershenfeld N. Cuando las cosas empiecen a pensar. Barcelona (España): Ediciones Granica; 2000.
8. Zanoni L. Futuro inteligente. Objetos, casas, datos y ciudades: el mundo conectado. Buenos Aires (Argentina): Recursos Editoriales; 2014.
9. Ekman U, Bolter J, Diaz L, Sondergaard M, Engberg M. Ubiquitous Computing, complexity and culture. New York: Routledge; 2016.
10. Dimitrov D. Medical Internet of Things and Big Data in Healthcare. *Heal Inf Res* [Internet]. 2016 [citado 08/08/2021];22(3):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4981575/>
11. Wahl B, Cossy-Gantner A, Germann S, Schwalbe N. Artificial intelligence (AI) and global health: how can AI contribute to health in resource-poor settings? *BMJ Glob Health* [Internet]. 2018 [citado 08/08/2021];3(4):[aprox. 14 p.]. Disponible en: <https://gh.bmj.com/content/3/4/e000798>
12. Ometov A, Bezzateev S, Kannisto J, Harju J, Andreev S, Koucheryavy Y. Facilitating the Delegation of Use for Private Devices in the Era of the Internet of Wearable Things. *IEEE Internet Things J* [Internet]. 2017 [citado 08/08/2021];4(4):[aprox. 13 p.]. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7518650>
13. Qureshi F, Krishnan S. Wearable Hardware Design for the Internet of Medical Things (IoMT). *Sens Basel* [Internet]. 2018 [citado 08/08/2021];18(11):[aprox. 12 p.]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/18/11/3812>

14. Sheth A, Jaimini U, Yip HY. How Will the Internet of Things Enable Augmented Personalized Health? IEEE Intell Syst [Internet]. 2018 [citado 08/08/2021];33(1):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6263646/>
15. Publitz F, Oetomo A, Sahu K, Kuang A, Fadrique L, Velmovitsky P, et al. Disruptive Technologies for Environment and Health Research: An Overview of Artificial Intelligence, Blockchain, and Internet of Things. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2019 [citado 08/08/2021];16(20):[aprox. 15 p.]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/20/3847>
16. Pratap Singh R, Javaid M, Haleem A, Vaishya R, Al S. Internet of medical things (IoMT) for orthopedic in COVID-19 pandemic: roles, challenges, and applications. J Clin Orthop Trauma [Internet]. 2020 [citado 08/08/2021];11(4):[aprox. 5 p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32425428/>
17. Bastidas G, Bastidas-Delgado G. Pandemia de COVID-19 en ciudades inteligentes. Acta Médica Grupo Ángeles [Internet]. 2020 [citado 08/08/2021];18(4):[aprox. 1 p.]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=97282&id2=>
18. Swayamsiddha S, Mohanty C. Application of cognitive Internet of Medical Things for COVID-19 pandemic. Diabetes Metab Syndr [Internet]. 2020 [citado 08/08/2021];14(5):[aprox. 4 p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32570016/>
19. Bastidas G, Báez G, Bastidas D. Telehealth in education and research in primary care in pandemic. COVID-19 case. Med Sci Monit [Internet]. 2021 [citado 08/08/2021];5(3): [aprox. 4 p.]. Disponible en: <https://www.hillpublisher.com/ArticleDetails/670>
20. Sadoughi F, Behmanesh A, Sayfour N. Internet of things in medicine: A systematic mapping study. J Biomed Inform [Internet]. 2020 [citado 08/08/2021];103:[aprox. 25 p.]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046420300101>
21. Azzedin F, Ghaleb M. Internet-of-Things and Information Fusion: Trust Perspective Survey. Sensors (Basel) [Internet]. 2019 [citado 08/08/2021];19(8):[aprox. 36 p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6515103/>
22. Singh R, Dwivedi A, Srivastava G. Internet of Things Based Blockchain for Temperature Monitoring and Counterfeit Pharmaceutical Prevention. Sensors (Basel) [Internet]. 2020 [citado 08/08/2021];20(14):[aprox. 16 p.]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/14/3951>

23. Kuziemyk C, Maeder A, John O, Gogia S, Basu A, Meher S, et al. Role of Artificial Intelligence within the Telehealth Domain. *Yearb Med Inf* [Internet]. 2019 [citado 08/08/2021];28(1):[aprox. 5 p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31022750/>
24. Morawska L, Thai P, Liu X, Asumadu-Sakyi A, Ayoko G, Bartonova A, et al. Applications of low-cost sensing technologies for air quality monitoring and exposure assessment: How far have they gone? *Environ Int* [Internet]. 2018 [citado 08/08/2021];116:[aprox. 14 p.]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018302460>
25. Chatterjee P, Tesis A, Cymberknop L, Armentano R. Internet of Things and Artificial Intelligence in Healthcare During COVID-19 Pandemic-A South American Perspective. *Front Public Health* [Internet]. 2020 [citado 08/08/2021];8:[aprox.18 p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33392139/>

Declaración de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Gilberto Bastidas: conceptualizó la idea y realizó la revisión bibliográfica, diseñó la metodología de la investigación, confeccionó y revisó el informe final.

Adriana Rojas: realizó la revisión bibliográfica, diseñó la metodología de la investigación, confeccionó y revisó el informe final.

Daniel Bastidas: realizó la revisión bibliográfica, diseñó la metodología de la investigación, confeccionó y revisó el informe final.

Este artículo está publicado bajo la licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)