Estándares y terminologías para la integración de datos de dispositivos electrónicos acoplados al cuerpo (wearables) en salud: una revisión de alcance

Halan Germano Bacca	Estudiantes de maestría del programa de posgrado en Informática en Salud (PPGINFOS) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC).
Luis Paulo Perdona Gregório	Estudiantes de maestría del programa de posgrado en Informática en Salud (PPGINFOS) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC).
Gabriela Machado Silva	Estudiantes de maestría del programa de posgrado en Informática en Salud (PPGINFOS) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC).
Ricardo Reichenbach	Estudiantes de maestría del programa de posgrado en Informática en Salud (PPGINFOS) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC).
Daniela Couto Carvalho Barra	Profesores del programa de posgrado en Informática en Salud (PPGINFOS) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC).
Grace Teresinha Marcon Dal Sasso	Profesores del programa de posgrado en Informática en Salud (PPGINFOS) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC).
João Kasprowicz	***Corresponding author:*** Estudiantes de maestría del programa de posgrado en Informática en Salud (PPGINFOS) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC). Orcid: https://orcid.org/0009-0002-1703-8630

Fecha de recepción: 3 de octubre de 2024 | Fecha de aprobación: 23 de enero de 2025.

Resumen

Objetivo: Mapear la evidencia disponible sobre los estándares y terminologías utilizadas para integrar datos de dispositivos portátiles en el contexto de la atención médica. **Método:** Se realizó una revisión del alcance, consultando las bases de datos MEDLINE/PubMed (n=198), Embase (Elsevier) (n=14), Scopus (Elsevier) (n=19) y LILACS (n=5). Se incluyeron artículos completos, disponibles en inglés, publicados entre 2019 y 2024. **Resultados:** Se incluyeron nueve artículos en la revisión, destacando la importancia de utilizar diferentes estándares de interoperabilidad, como HL7 FHIR®, para facilitar el intercambio de información entre dispositivos portátiles y. sistemas de información en salud. **Conclusión:** La integración de datos de dispositivos portátiles con sistemas de salud tiene un gran potencial, pero la falta de estándares unificados dificulta su efectividad. Tecnologías como blockchain y Web OWL pueden resolver problemas de seguridad e interoperabilidad, mientras que estándares como HL7 FHIR® pueden facilitar el intercambio de información, mejorando la toma de decisiones y ofreciendo cuidados personalizados.

Palabras clave: Dispositivos electrónicos portátiles; Interoperabilidad de la información sanitaria; Sistemas de información en salud; Registros médicos electrónicos; Terminología.

Abstract

Standards and terminologies for data integration from electronic devices attached to the body (wearables) in healthcare: a scoping review

Objective: Map the available evidence on the standards and terminologies used for integrating data from body-worn electronic devices (wearables) in the healthcare context. **Method:** A scoping review was carried out, consulting the MEDLINE/PubMed (n=198), Embase (Elsevier) (n=14), Scopus (Elsevier) (n=19), and LILACS (n=5) databases. Full articles, available in English, published between 2019 and 2024 were included. **Results:** Nine articles were included in the review, highlighting the importance of using different interoperability standards, such as HL7 FHIR®, to facilitate the exchange of information between wearable devices and health information systems. **Conclusion:** The integration of data from wearable devices with health systems holds great potential, but the lack of unified standards hinders its effectiveness. Technologies like blockchain and Web OWL can address issues of security and interoperability, while standards like HL7 FHIR® can facilitate information exchange, improving decision-making and offering personalized care.

Key-words: Wearable electronic devices; Health information interoperability; Health information systems; Electronic health records; Terminology.

Resumo

Padrões e terminologias para a integração de dados de wearables em saúde: uma revisão de escopo

Objetivo: Mapear as evidências disponíveis sobre os padrões e terminologias utilizados para a integração de dados provenientes de dispositivos eletrônicos acoplados ao corpo (DEAC) (*wearables)* no contexto da saúde. **Método:** Foi realizada uma revisão de escopo, consultando as bases de dados MEDLINE/PubMed (n=198), Embase (Elsevier) (n=14), Scopus (Elsevier) (n=19) e LILACS (n=5). Foram incluídos artigos completos, disponíveis em inglês, publicados entre 2019 e 2024. **Resultados:** Nove artigos foram incluídos na revisão, evidenciando a importância do uso de diferentes padrões de interoperabilidade, como o HL7 FHIR®, para facilitar a troca de informações entre dispositivos eletrônicos acoplados ao corpo (*wearables)* e os sistemas de informação em saúde. Conclusão: A integração de dados de dispositivos wearables com sistemas de saúde tem grande potencial, mas a falta de padrões unificados dificulta sua efetividade. Tecnologias como blockchain e Web OWL podem resolver questões de segurança e interoperabilidade, enquanto padrões como HL7 FHIR® podem facilitar a troca de informações, aprimorando a tomada de decisões e oferecendo cuidados personalizados.

Palabras-chave: Dispositivos eletrônicos vestíveis; Interoperabilidade da informação em saúde; Sistemas de informação em saúde; Registros eletrônicos de saúde; Terminologia.

INTRODUCCIÓN

Los términos *wearables*, dispositivos electrónicos acoplados al cuerpo, se refieren a pequeños dispositivos electrónicos y móviles, o computadoras con capacidades de comunicación inalámbrica, que se incorporan a *gadgets*, accesorios o prendas de vestir, y que pueden usarse en el cuerpo humano, o incluso versiones invasivas, como microchips o tatuajes inteligentes. La integración de datos procedentes de dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo en la asistencia sanitaria se ha convertido en un área de creciente importancia y complejidad en el campo de la salud digital. Los dispositivos, como los relojes inteligentes y los relojes de seguimiento de la salud, tienen la capacidad de recopilar una amplia gama de información biométrica en tiempo real, como la frecuencia cardíaca, los niveles de actividad física y los patrones de sueño. Estos datos ofrecen información valiosa para el seguimiento continuo de la salud y el tratamiento de enfermedades crónicas, lo que permite un enfoque más personalizado y proactivo de la atención al paciente[1,2].

A partir de 2010, la rápida evolución de las tecnologías móviles, los sensores, las baterías y, principalmente, las miniaturizaciones de los componentes impulsaron un crecimiento exponencial del mercado de dispositivos portátiles. La popularización de los teléfonos inteligentes, con su constante conectividad y potencia de procesamiento, ha allanado el camino para la creación de ecosistemas de estos dispositivos interconectados. En este contexto, el uso de *wearables* en salud se ha justificado con importantes beneficios para una medicina más digital, personalizada y preventiva. Se pueden utilizar para ayudar a las personas a controlar afecciones de salud crónicas como diabetes, enfermedades cardíacas y asma. Por ejemplo, *wearables* pueden recordar a los pacientes que tomen medicamentos, realizar un seguimiento de sus niveles de glucosa en sangre o proporcionar información sobre su nivel de ejercicio[3].

Debido a la variabilidad de los dispositivos y sensores utilizados, incluso entre dispositivos similares con diferentes sensores, la falta de coherencia en la recopilación de datos en el contexto de dispositivos electrónicos dificulta la coordinación y evaluación de la calidad. Además, la ausencia de información contextual sobre cómo se recopilan, clasifican e interpretan los datos es motivo de preocupación[5].

Los estándares y terminologías son fundamentales para garantizar que los datos provenientes de estos dispositivos electrónicos son comprendidos y utilizados consistentemente. Los estándares de datos definen la estructura y el formato de la información recopilada, mientras que las terminologías garantizan que los términos y conceptos utilizados para describir estos datos sean uniformes y comprendidos por todos los participantes. Estándares como HL7 FHIR®, LOINC y SNOMED han demostrado ser esenciales para garantizar la interoperabilidad y la coherencia de los datos, permitiendo el intercambio eficiente de información entre los dispositivos electrónicos conectados al cuerpo (*wearables)* y los sistemas de salud. Estas normas ayudan a superar las barreras de integración y contribuyen a mejorar la calidad de la atención al paciente[5]. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue mapear la evidencia disponible sobre los estándares y terminologías utilizadas para la integración de datos de dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo (*wearables)* en el contexto de la salud, identificando también los desafíos y tecnologías emergentes que pueden resolver problemas relacionados con la interoperabilidad, la seguridad, la privacidad y el intercambio de datos.

MÉTODO

Tipo de estudio

Esta es una revisión de alcance que siguió los pasos recomendados por el Instituto Joanna Briggs (JBI)[6] y el *checklist Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR)[7]. Este tipo de revisión busca explorar los conceptos principales del tema en cuestión, investigando el tamaño, alcance y naturaleza del estudio, condensando y publicando los datos, y, de esta manera, señalando vacíos en las investigaciones existentes. Diferentes países; el concepto central de la revisión es la integración de datos de sensores y dispositivos de salud; y el contexto de la revisión es el panorama actual de la tecnología en salud, donde el uso cada vez mayor de estos dispositivos está generando grandes volúmenes de datos que deben integrarse en los sistemas de salud, la falta de uniformidad en los estándares y terminologías puede causar desafíos de interoperabilidad y

Pregunta de investigación

El diseño del estudio se integró aplicando la metodología de Población, Concepto y Contexto (PCC)[6] para guiar la recopilación de datos. La estrategia PCC es una mnemónica que ayuda a identificar temas clave, por lo tanto, la población de estudio comprende estudios realizados en

limitar la efectividad de los datos para la toma de decisiones. Así, se definió la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los principales estándares y terminologías utilizadas para la integración de datos de sensores y dispositivos acoplados al cuerpo (*wearables*) en los sistemas de salud y cómo se utilizan estos datos para la monitorización remota de pacientes?

Criterios de elegibilidad

En esta revisión se incluyeron estudios primarios cuantitativos, cualitativos y de métodos mixtos, declaraciones científicas y algunos tipos de estudios secundarios, como revisiones sistemáticas, integradoras, narrativas y de alcance, disponibles en su totalidad en inglés. El período de tiempo considerado abarcó los últimos 5 años, de 2019 a 2024. Se excluyeron los artículos que no cumplieron con los criterios establecidos para el objetivo y pregunta de investigación, así como la literatura gris, aquellos que no estaban disponibles en su totalidad, incluso con acceso vía *Virtual Red Privada* (VPN) de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC), y estudios en fase de diseño o sin resultados aún.

Estrategia de búsqueda

La composición de la estrategia de búsqueda se desarrolló mediante los operadores booleanos AND y OR, en el idioma inglés y combinaciones mediante descriptores consultados en Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS) y *Medical Subject Headings* (MeSH). La búsqueda se realizó en julio de 2024 y se consultaron las siguientes bases de datos: *United States National Library of Medicine/Medical Literature Análisis y Retrieval System Online* (PubMed/MEDLINE), Embase (Elsevier), Scopus (Elsevier) y Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud (LILACS) (Tabla 1). Estas bases de datos fueron seleccionadas porque son integrales, con amplia cobertura de publicaciones en el área de la salud. El protocolo de investigación se registró en *Open Science Framework* (OSF) y está disponible a través de DOI 10.17605/OSF.IO/7A3YC y en https://osf.io/7a3yc.

Tabla 1 - Estrategia de búsqueda. Florianópolis, SC, Brasil, 2024

Base de dados	Estrategia de busca
PubMed/ MEDLINE	(("Wearable Electronic Devices"[All Fields] OR "Wearable Devices"[All Fields] OR "Wearable Technology"[All Fields] OR "Wearable Apparatus"[All Fields] OR "Wearable Equipment"[All Fields] OR "Usable Technology"[All Fields] OR "Usable Devices"[All Fields]) AND ("Health Information Interoperability"[All Fields] OR "Health Data Exchange"[All Fields] OR (("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields] OR "health s"[All Fields] OR "healthful"[All Fields] OR "healthfulness"[All Fields] OR "healths"[All Fields]) AND ("inform"[All Fields] OR "informal"[All Fields] OR "informality"[All Fields] OR "informally"[All Fields] OR "informant"[All Fields] OR "informant s"[All Fields] OR "informants"[All Fields] OR "information"[All Fields] OR "information s"[All Fields] OR "informational"[All Fields] OR "informations"[All Fields] OR "informative"[All Fields] OR "informatively"[All Fields] OR "informativeness"[All Fields] OR "informativity"[All Fields] OR "informed"[All Fields] OR "informer"[All Fields] OR "informers"[All Fields] OR "informing"[All Fields] OR "informs"[All Fields]) AND ("compatability"[All Fields] OR "compatibilities"[All Fields] OR "compatibility"[All Fields] OR "compatible"[All Fields] OR "compatibles"[All Fields])) OR "Health Information Integration"[All Fields] OR (("ssm health

DOI: 10.32443/2175-2990(2024)475

	syst"[Journal] OR "health syst basingstoke"[Journal] OR ("health"[All Fields] AND "systems"[All Fields]) OR "health systems"[All Fields]) AND ("interoperability"[All Fields] OR "interoperable"[All Fields] OR "interoperate"[All Fields] OR "interoperates"[All Fields] OR "interoperating"[All Fields] OR "interoperation"[All Fields])) OR (("health"[MeSH Terms] OR "health"[All Fields] OR "health s"[All Fields] OR "healthful"[All Fields] OR "healthfulness"[All Fields] OR "healths"[All Fields]) AND ("data basel"[Journal] OR "brown univ dig addict theory appl"[Journal] OR "data"[All Fields]) AND ("connect"[All Fields] OR "connectable"[All Fields] OR "connected"[All Fields] OR "connecting"[All Fields] OR "connection"[All Fields] OR "connectional"[All Fields] OR "connections"[All Fields] OR "connective"[All Fields] OR "connectives"[All Fields] OR "connectivities"[All Fields] OR "connectivity"[All Fields] OR "connects"[All Fields] OR "connexion"[All Fields] OR "connexions"[All Fields])) OR "Health Data Integration"[All Fields])) AND ((y_5[Filter]) AND (english[Filter] OR portuguese[Filter] OR spanish[Filter])
Embase (Elsevier)	(wearable AND electronic AND 'devices'/de OR 'wearable electronic devices':ti,ab OR 'wearables':ti,ab OR 'wearable tech':ti,ab OR 'wearable devices':ti,ab OR 'wearable gadgets':ti,ab OR 'smart wearables':ti,ab OR 'wearable technology':ti,ab OR 'wearable electronics':ti,ab OR 'smart devices':ti,ab OR 'electronic wearables':ti,ab OR 'wearable computers':ti,ab) AND ('health information interoperability'/de OR 'healthcare data exchange':ti,ab OR 'health data integration':ti,ab OR 'health information compatibility':ti,ab OR 'healthcare information connectivity':ti,ab)
Scopus (Elsevier)	("Wearable Electronic Devices" OR "Wearable Devices" OR "Wearable Technology" OR "Wearable Apparatus" OR "Wearable Equipment" OR "Usable Technology" OR "Usable Devices") AND ("Health Information Interoperability" OR "Health Data Exchange" OR "Health Information Compatibility" OR "Health Information Integration" OR "Health Systems Interoperability" OR "Health Data Connectivity" OR "Health Data Integration")
LILACS	("Wearable Electronic Devices" OR "Wearable Devices" OR "Wearable Technology" OR "Wearable Apparatus" OR "Wearable Equipment" OR "Usable Technology" OR "Usable Devices") AND ("Health Information Interoperability" OR "Health Data Exchange" OR "Health

	Information Compatibility" OR "Health Information Integration" OR "Health Systems Interoperability" OR "Health Data Connectivity" OR "Health Data Integration")

PubMed/MEDLINE = United States National Library of Medicine/ Medical Literature Analysis and Retrieval System Online; LILACS = Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde

Selección de estudios

Se adoptó PRISMA-ScR[7] para guiar tanto el proceso de inclusión como la presentación de los resultados de la selección, siguiendo las cuatro etapas de identificación, selección, elegibilidad e inclusión. La selección de los estudios fue realizada por tres revisores tras eliminar duplicados. La extracción de datos de la muestra final se realizó mediante una hoja de cálculo desarrollada en Microsoft Excel®, que proporcionó una visualización clara y organizada de la información extraída de los estudios incluidos en la revisión.

La selección de artículos científicos se realizó en cuatro etapas. El primer paso consistió en construir una cadena de búsqueda formada por la combinación de los descriptores. En la segunda etapa se aplicaron filtros de búsqueda, como artículos publicados en los últimos cinco años (2019-2024), así como artículos en inglés, los cuales se seleccionaron según el título y resumen que se ajustaran a la pregunta de investigación, posteriormente, se almacenaron en orden secuencial en una hoja de cálculo de Microsoft Excel®. En esta etapa, se verificaron los artículos repetidos. A partir de los artículos seleccionados en las etapas anteriores, la tercera etapa fue realizada por dos revisores, quienes leyeron el resumen, introducción y conclusión de cada artículo para identificar su relevancia para la investigación y si cumplía con los criterios de inclusión o exclusión. Finalmente, en la cuarta etapa, se leyeron íntegramente los artículos preseleccionados, identificando con mayor precisión su relevancia para la investigación y si cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. En este último paso se extrajeron datos relevantes para su posterior análisis.

Mapeo y análisis de datos.

La estrategia de extracción de datos se estableció y adaptó según el manual del JBI[6], con el objetivo de seleccionar las siguientes informaciones relevantes:

(1) caracterización de los estudios, incluyendo autor, país, periódico, tema, año, título, objetivos y tipo de estudio;

(2) aplicabilidad clínica;

(3) tipo de tecnología utilizada; y

(4) principales resultados y limitaciones. Esta información se organizó en tablas y se acompañó de contenido narrativo, utilizando Microsoft Excel®.

RESULTADOS

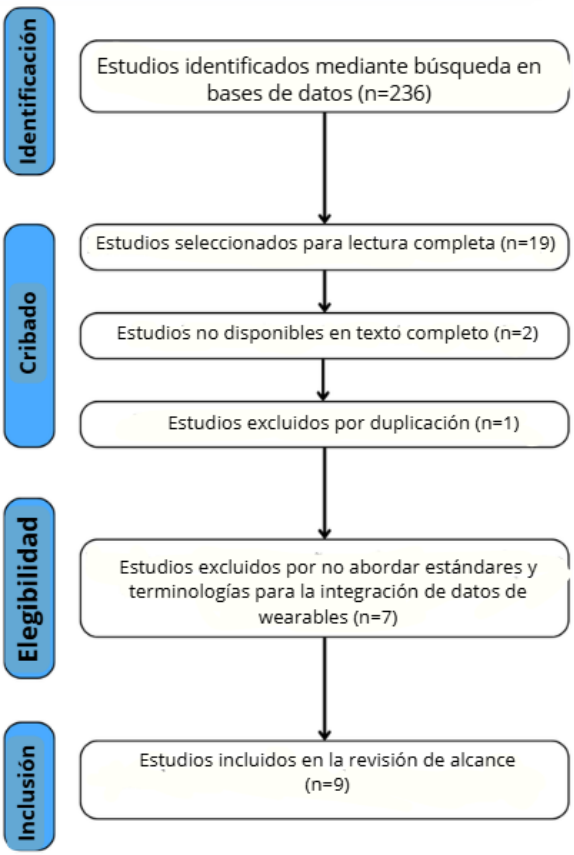
Se encontraron 236 estudios, distribuidos en las siguientes bases de datos: MEDLINE/PubMed (n=198), Embase (Elsevier) (n=14), Scopus (Elsevier) (n=19) y LILACS (n=5). El procedimiento de búsqueda y selección de estudios de esta revisión está debidamente representado en el diagrama de flujo (Figura 1).

Se consideró que los estudios seleccionados brindan información sobre cómo el uso de estándares y terminologías para la integración de datos generados por dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo (wearables) ha sido abordado en la literatura internacional.

De los 236 artículos indexados, 19 fueron seleccionados con base en la lectura del título y resumen. La información del estudio fue tabulada en Microsoft Excel® considerando autores, año de publicación, título, revista y base de datos. Después de este paso, se eliminaron 10 estudios: siete se eliminaron por no abordar los estándares de datos; dos fueron eliminados porque no estaban disponibles en su totalidad; uno por duplicidad. De esta manera quedaron nueve artículos, los cuales fueron guardados en formato *Portable Document Format* (PDF) para análisis completo, considerando el campo de estudios, discusión y conclusión (Figura 1).

DOI: 10.32443/2175-2990(2024)475

Figura 1 - Diagrama de flujo de búsqueda, según recomendaciones, adaptado de PRISMA- ScR. Florianópolis, SC, Brasil, 2024



En cuanto al origen de los nueve estudios incluidos en esta investigación, tres fueron realizados por investigadores de Estados Unidos (A1, A3, A6); uno en Austria (A2); uno en Nigeria, Brunei, Egipto, Malasia y los Emiratos Árabes Unidos (A4); uno en Italia, el Reino Unido, Bélgica y España (A5); uno en Italia y Países Bajos (A7); uno en España, uno en Dinamarca y otro en Noruega (A8); y uno en Suecia (A9). Los estudios fueron publicados entre 2019 y 2024, con énfasis en 2019 con cuatro publicaciones.

Los estudios incluidos resaltaron la necesidad de utilizar diferentes estándares de interoperabilidad, como HL7 FHIR®, para facilitar el intercambio de información entre dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo y diferentes sistemas de información en salud. Además, destacaron las barreras y oportunidades en la integración de datos entre dispositivos y sus impactos en la práctica clínica y las mejoras en la calidad de la salud del paciente. Descripción detallada de los estudios, conteniendo título, autoría, año, país y periódico de publicación se encuentra en la Tabla 2.

Tabla 2 - Caracterización de los estudios incluidos en la revisión de alcance. Florianópolis, SC, Brasil, 2024

AUTORIDAD	Tipo de estudio	Conclusiones
Dinh-Le, Chuang, Chokshi y Mann (2019) Estados Unidos[9]	Revisión de alcance	La integración de tecnologías portátiles con registros médicos electrónicos (EHR) tiene importantes beneficios, como una mayor transparencia, una mejor gestión de las enfermedades crónicas y el empoderamiento del paciente. Sin embargo, enfrenta desafíos, incluida la privacidad, la interoperabilidad y la sobrecarga de información.
Jayathissa, Sareban, Niebauer y Hussein (2023) Austria[10]	Revisión integrativa	El artículo propone una arquitectura para integrar datos de salud generados por pacientes con registros médicos electrónicos utilizando HL7 FHIR y un índice maestro de pacientes, con un enfoque en la interoperabilidad a través de un conjunto mínimo de datos clínicos. Aplicable a varios dominios, el modelo tiene como objetivo crear registros de salud longitudinales, promoviendo mejores decisiones clínicas y resultados de salud.
Canali, Schiaffonati y Aliverti (2022) Estados Unidos[5]	Revisión narrativa	El artículo destaca los desafíos de los dispositivos portátiles en la salud digital, como la calidad variable de los datos, las estimaciones desequilibradas, las desigualdades en el acceso y la falta de representación de la población. Recomienda un enfoque integrado que aborde cuestiones éticas, legales y sociales para garantizar la equidad y maximizar los beneficios clínicos de la tecnología.
Junaid et al. (2022) Nigeria, Brunei, Egipto, Malasia y	Revisión narrativa	El estudio cubre varios aspectos, incluida la recopilación y transmisión de datos, la seguridad, la privacidad y cuestiones éticas relacionadas con el uso de estas tecnologías en el sector sanitario. Finalmente, el trabajo destaca las principales

Emiratos Árabes Unidos[11]		aplicaciones y desafíos para la adopción de estas tecnologías en los países en desarrollo.
Gazzarata *et al (2023) Italia, Reino Unido, Bélgica y España*[12]	Desarrollo tecnológico	El Proyecto GATEKEEPER (GK) desarrolló una plataforma independiente de proveedores para la telemonitorización de pacientes, integrando datos de registros médicos electrónicos y dispositivos portátiles a través del estándar FHIR, que armoniza datos de diferentes dispositivos y sistemas, promoviendo la interoperabilidad.
Armundas *et al.* (2024) *Estados Unidos*[13]	Declaración científica	El artículo enfatiza la importancia de los sistemas de interoperabilidad para integrar datos de dispositivos portátiles en la atención cardiovascular, destacando desafíos como la falta de estándares y barreras regulatorias. Recomienda un compromiso temprano con los reguladores, la validación clínica y estrategias para la equidad en el acceso, con el objetivo de mejorar los resultados clínicos y promover el uso eficaz de estas tecnologías.
Salvi *et al. (2019) Italia y Países Bajos*[14]	Desarrollo tecnológico	El estudio presenta AID-GM, una aplicación web que integra datos de actividad física y glucosa en sangre para mejorar el control de la diabetes en pacientes pediátricos. La integración de datos de dispositivos como FreeStyle Libre y Fitbit permite un análisis más contextualizado y personalizado, ofreciendo apoyo a las decisiones clínicas y capacitando a los pacientes para controlar su condición. AID-GM muestra una herramienta prometedora para mejorar el control glucémico y personalizar el tratamiento, aunque para su mejora continua es necesario ampliar su capacidad para integrar nuevos estándares y dispositivos, así como una evaluación clínica más amplia.
Zheng, Sun, Mukkamala , Vatrapu y Ordieres-Meré (2019) España, Dinamarca y Noruega[15]	Desarrollo tecnológico	Este estudio propuso un sistema de intercambio de datos de atención médica mediante la integración de Internet de las cosas (IoT) con tecnología de contabilidad distribuida (DLT), específicamente IOTA Tangle. Usando el protocolo Masked Authenticated Messaging (MAM) y el marco Merkle Hash Tree (MHT), el sistema permite compartir datos de forma segura y sin transacciones desde dispositivos portátiles y sensores estacionarios, con control de acceso granular.
Peng y Goswami (2019) Suecia[16]	Revisión narrativa	Este estudio propone un método para integrar datos de salud de fuentes heterogéneas, como servicios basados en el estándar HL7 FHIR, Web of Things (WoT) y datos vinculados, utilizando una ontología OWL y tecnologías de Web Semántica. El método crea un gráfico de recursos sanitarios interconectados, lo que permite una gestión holística y la autogestión de la salud, especialmente para pacientes con enfermedades crónicas. La integración semántica hace que los datos sean reutilizables y comprensibles para las máquinas, promoviendo la interoperabilidad entre sistemas.

DISCUSIÓN

A pesar del potencial de revolucionar la atención al paciente, las cuestiones relacionadas con la privacidad de la información, la interoperabilidad entre sistemas y el exceso de datos generados para los proveedores de atención médica siguen siendo cuestiones que deben discutirse y resolverse antes de que la población adopte ampliamente estos dispositivos[9].

Uno de los principales retos de integrar dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo (wearables) y los Registros Médicos Electrónicos (EHR) implican la protección y confidencialidad de los registros de los pacientes y deben cumplir con el *Health Insurance Portability and Accountability Act* (HIPAA) de 1996, que protege la privacidad de los registros médicos en los Estados Unidos. El fabricante debe prestar atención a obtener el consentimiento informado del usuario, destacando qué datos y la frecuencia con la que se recogerán y qué entidades pueden tener acceso a esta información[9].

Los *wearables* se pueden clasificar de varias maneras, considerando factores como el tipo de dispositivo, la aplicación y la ubicación en el cuerpo. La clasificación más completa se basa en la aplicación, pero es importante señalar que

DOI: 10.32443/2175-2990(2024)475

existe una superposición significativa entre los diferentes grupos de clasificación. Una de las principales clasificaciones es por aplicación/funcionalidad, abarcando categorías como comunicación, control/entrada, educación, deportes profesionales, entretenimiento, juegos y ocio, información *heads-up* y manos libres, funcionalidades médicas/de salud, monitoreo, salida, seguridad y protección. Otra clasificación importante considera el tipo de dispositivo, incluyendo los rastreadores de actividad, realidad aumentada, audífonos, sistemas de *biofeedback*, cámaras corporales, auriculares, implantables, rastreadores de ubicación, dispositivos médicos, relojes inteligentes, entre otros. La ubicación en el cuerpo donde se lleva el dispositivo electrónico es otro factor de clasificación, montado en la cabeza, el cuerpo, la parte inferior del cuerpo, la muñeca y la mano. Además, ellos también se pueden clasificar según el consumo de batería, dividiéndose en patrones de consumo bajo, medio y alto[3].

Sin embargo, la efectividad y utilidad de estos datos dependen en gran medida de una integración efectiva con los sistemas de salud existentes y de una comprensión común de los estándares y terminologías utilizadas. La falta de interoperabilidad y diversidad de formatos de datos en diferentes dispositivos y plataformas pueden crear desafíos importantes. Para que estos datos se utilicen de manera efectiva, es esencial que exista un conjunto de estándares y terminologías que faciliten la comunicación y la integración entre diferentes sistemas y profesionales de la salud[4].

Además, la falta de interoperabilidad entre sistemas destaca como una de las mayores dificultades en la implementación a gran escala de estos dispositivos, dado que los *softwares* de gestión de la salud y los dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo (*wearables*), en la mayoría de los casos, utilizan patrones distintos y propietarios de transferencia de información, que culminan en la generación de datos fragmentados y desagregados, reduciendo su relevancia clínica. La generación diaria de cantidades colosales de información conduce a una sobrecarga de datos de los pacientes, lo que provoca dificultades para almacenar, analizar e interpretar estos datos. El exceso de información dificulta que los profesionales sanitarios detecten signos clínicamente relevantes de la salud del usuario[9].

La literatura describe un nuevo modelo conceptual para la integración entre datos de salud generados por el paciente (PGHD) mediante el uso de dispositivos portátiles a EHR a través del Índice Maestro de Pacientes (IMP) y la plataforma DH-Convener aplicando estándares como HL7 FHIR® (*Fast Healthcare Interoperability Resources*). El IMP, responsable de consolidar datos de diferentes fuentes y evitar duplicaciones, utiliza el Conjunto Mínimo de Datos Clínicos (CMD) que proporciona una visión integral de la salud del paciente, abarcando, entre otros: información demográfica básica (edad, altura/peso, sexo), información del dispositivo (fabricante, modelo, versión de *firmware*), parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca y respiratoria, presión arterial, saturación de oxígeno), nivel de actividad física, datos relacionados con el sueño, mediciones ambientales, de síntomas, de adherencia a la medicación y de enfermedades específicas[10].

El DH-Convener actúa como un eje central, conectando los PGHD a los sistemas de atención médica mediante la implementación del estándar HL7 FHIR®. La tecnología desarrollada por HL7 implementa la arquitectura de *software* RESTful API y, de esta forma, hace uso de verbos HTTP (GET, POST, PUT, PATCH y DELETE), permitiendo operaciones CRUD (*Create*, *Read*, *Update* y *Delete*) utilizando el formato JSON (*Java Script Object Notation*) o XML (*Extensible Markup Language*) para intercambiar datos a través de *puntos finales* entre diferentes aplicaciones de forma segura a través de internet, sin la necesidad de procesos de integración complejos y que consumen mucho tiempo[10,13].

Entre las principales aplicaciones de los dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo en salud digital destacan la monitorización, selección, detección y predicción. La recopilación continua de parámetros fisiológicos relevantes permite identificar condiciones específicas, como la fibrilación auricular (FA), a través de variaciones en la frecuencia cardíaca de un individuo. Sin embargo, las disparidades que involucran la alfabetización digital y las cuestiones socioeconómicas aún impiden que la población amplíe el acceso a los dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo (*wearables*). Además, la atención desproporcionada a determinados grupos de población, como las personas mayores, tiende a generar datos sesgados, lo que da lugar a información sesgada[5].

Se destaca la necesidad de validar la calidad de los datos generados debido a la gran variabilidad de dispositivos y sensores, su posicionamiento en el cuerpo, sus diferentes técnicas de procesamiento y la inconsistencia en la recolección de datos, considerando que esta información influye directamente en la confiabilidad de las funciones que estos dispositivos funcionan. Esta variabilidad puede provocar discrepancias en las mediciones y dificultar la comparación de datos de diferentes dispositivos. La falta de contextualización en cuanto a la recogida, procesamiento e interpretación de datos por parte del *software* del dispositivo dificulta evaluar la calidad de los datos generados e identificar posibles errores en el proceso de seguimiento continuo. La inexactitud

de los datos recopilados, a su vez, puede comprometer la toma de decisiones clínicas sobre el paciente, lo que lleva a diagnósticos erróneos y tratamientos inadecuados[5].

Se destaca la importancia de utilizar *blockchain* para almacenar datos confidenciales de salud de los pacientes. Esta tecnología permite el almacenamiento cifrado de información en diferentes ordenadores, haciéndolos resistentes a fallos y ataques. Una vez guardados, los datos no se pueden cambiar ni eliminar, lo que garantiza la transparencia y la auditabilidad de las transacciones. La inmutabilidad garantiza la coherencia de los datos y reduce los errores cometidos por los profesionales de la salud. Aunque prometedor, los autores destacan la necesidad de profesionales calificados, las barreras regulatorias y los altos costos de implementación y mantenimiento de la infraestructura para la tecnología[11].

Ante la necesidad de utilizar estándares para soportar entornos de telemonitorización, el *Proyecto Gatekeeper* ha desarrollado una guía de implementación de FHIR® para escenarios específicos en diferentes países europeos con el objetivo de combinar datos de hospitales y datos de dispositivos electrónicos corporales con el objetivo de alimentar modelos de inteligencia artificial que se utilizarán para predecir riesgos de diabetes tipo 2 en ancianos. El artículo define el uso de estándares y terminologías como FHIR®, SNOMED (*Systematized Nomenclature of Medicine*) y LOINC (*Logical Observation Identifiers Names and Codes*) con el fin de garantizar un modelo lógico y estandarizado para los datos recogidos en cada estudio piloto[12].

La literatura[13] destaca que entre los principales formatos, estándares y terminologías utilizadas para estructurar la información médica destacan los siguientes:

- SNOMED CT (*Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms*): vocabulario médico organizado jerárquicamente con más de 350.000 conceptos, incluyendo hallazgos clínicos, síntomas, diagnósticos, procedimientos, entre otros.

- LOINC (*Logical Observation Identifiers Names and Codes*): conjunto de códigos e identificadores para observaciones de laboratorio médico.

Para estructurar y comunicar información de salud se utilizan los siguientes estándares:

- CDA (*Clinical Document Architecture*): desarrollado por HL7, es un estándar más antiguo para estructurar datos médicos, definiendo cómo deben recopilarse, almacenarse y compartirse.

- FHIR (*Fast Healthcare Interoperability Resources*): también desarrollado por HL7, es un estándar más reciente que permite el intercambio de datos mediante la implementación de una arquitectura *RESTful API*, utilizando verbos HTTP a través de JSON o XML y utilizando autenticación OAuth.

- OMOP (*Observational Medical Outcomes Partnership*): modelo de datos estandarizado que implementa el estándar SNOMED CT.

- Open mHealth: estándar de interoperabilidad para datos de salud móviles, implementando los estándares SNOMED CT y LOINC.

Entre los principales desafíos que involucran la interoperabilidad de los sistemas, se destaca la falta de formatos y protocolos de comunicación comunes, así como la falta de estandarización de terminologías entre dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo (*wearables*) y registros médicos electrónicos. Además, la mayoría de las RES no fueron diseñadas para manejar la gran y constante cantidad de datos generados por estos dispositivos (A6). Otros autores reconocen la importancia de la interoperabilidad, especialmente en escenarios de monitorización remota de pacientes[14].

Otro estudio explora el uso de la tecnología de *ledger* distribuido (DLT) en el intercambio de datos sanitarios. La propuesta es crear un sistema seguro, gratuito, a prueba de manipulaciones y escalable. El prototipo desarrollado utiliza tecnologías como *Masked Authenticated Messaging* (MAM), responsable de transmitir mensajes cifrados, y *Merkle Hash Tree* (MHT) que garantiza la integridad de los datos. Mediante el uso de estas tecnologías, el acceso a la información variaría según el nivel de autenticación del usuario, médicos, pacientes, investigadores, entre otros[15].

El último estudio seleccionado propone la creación de un método para integrar datos heterogéneos a través de *Web Ontology Language* (OWL). El núcleo de este método es la ontología de integración *Linked Health Resource Ontology* (LHR), que modela datos de salud de diferentes fuentes definiendo entidades y relaciones y los vincula a estándares existentes como FHIR®, *Semantic Sensor Network* (SSN) y *Web of Things* (WoT) *Thing Description* (TD). De esta manera, al asignar recursos de diferentes fuentes a un modelo común, la ontología LHR permite la integración y la interoperabilidad semántica de los datos de salud.

DOI: 10.32443/2175-2990(2024)475

Por lo tanto, se enfatiza la importancia de la interoperabilidad de los datos generados por los dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo (*wearables)* a través del método propuesto, especialmente en el seguimiento de pacientes con enfermedades crónicas[16].

La capacidad de estos dispositivos para recopilar datos biométricos en tiempo real brinda una oportunidad sin precedentes para el monitoreo continuo de la salud, el manejo de enfermedades crónicas y la promoción de un enfoque más personalizado y proactivo para la atención al paciente.

En este sentido, la literatura destaca la importancia de adoptar estándares como HL7 FHIR®, LOINC, SNOMED CT, entre otros, para asegurar que los datos se comprendan y utilicen de manera consistente. La implementación de estos estándares, junto con modelos de datos como OMOP y *Open mHealth*, puede mitigar los problemas de fragmentación de datos, falta de interoperabilidad y dificultades en la interpretación de la información, allanando el camino para un uso más eficiente de los datos de *los wearables* en la práctica clínica.

Finalmente, la investigación apuntó a tecnologías emergentes, como *blockchain* y *Web OWL*, como posibles soluciones a problemas relacionados con la seguridad, la privacidad, la interoperabilidad semántica y el intercambio de datos en la atención sanitaria. La aplicación de estas tecnologías, aún en las primeras etapas de desarrollo, puede contribuir a construir un ecosistema sanitario más conectado, interoperable y centrado en el paciente.

El presente estudio tiene algunas limitaciones, como la restricción al idioma inglés, que excluyó posibles contribuciones de estudios en otros idiomas, como el español, además de la limitada cantidad de investigaciones prácticas que exploran la perspectiva de los profesionales de la salud en la adopción de estas tecnologías. A pesar de esto, ofrece contribuciones relevantes a la literatura al resaltar la importancia de estándares como HL7 FHIR®, SNOMED CT y LOINC en la interoperabilidad de dispositivos portátiles con Registros Médicos Electrónicos (RES). También avanza explorando el uso de tecnologías emergentes, como blockchain y ontologías semánticas, para garantizar la seguridad e integridad de los datos, y proponiendo la integración de datos portátiles con modelos predictivos de enfermedades crónicas, promoviendo un enfoque personalizado y proactivo de la atención sanitaria.

CONCLUSIÓN

Dados los resultados de esta investigación, es posible concluir la integración de datos de dispositivos electrónicos adheridos al cuerpo (*wearables*) y los sistemas de salud tienen un potencial prometedor para revolucionar la atención al paciente, sin embargo, se ha demostrado que la ausencia de estándares y terminologías unificadas para la recopilación, estructuración, comunicación e interpretación de los datos recopilados por estos dispositivos representa un obstáculo para una integración efectiva con los sistemas de salud existentes, pero señaló tecnologías emergentes, como *blockchain* y *Web OWL* , como posibles soluciones a problemas relacionados con la seguridad, la privacidad, la interoperabilidad semántica y el intercambio de datos en la salud.

REFERENCIAS

1. Kang HS, Exworthy M. Wearing the Future—Wearables to Empower Users to Take Greater Responsibility for Their Health and Care: Scoping Review. JMIR mHealth and uHealth [Internet]. 2022 Jul 13;10(7). Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9330198.

2. Bayo- Monton JL, Martinez- Millana A, Han W, Fernandez- Llatas C, Sun Y, Traver V. Wearable Sensors Integrated with Internet of Things for Advancing eHealth Care. Sensors. 2018 Jun 6;18(6):1851.

3. Ometov A, Shubina V, Klus L, Skibińska J, Saafi S, Pascacio P, et al. A Survey on Wearable Technology: History, State-of-the-Art and Current Challenges. Computer Networks [Internet]. 2021 Jul;193(108074):108074. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389128621001651.

4. Koren A, Marko Jurcevic. Concept-Level Model of Integrated Syntax and Semantic Validation for Internet of Medical Things Data. 2021 Jan 1.

5. Canali S, Schiaffonati V, Aliverti A. Challenges and Recommendations for Wearable Devices in Digital health: Data quality, interoperability, Health equity, Fairness. Mulvaney S, editor. PLOS Digital Health [Internet]. 2022 Oct 13;1(10). Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9931360.

6. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020 version). In: Aromataris E, Munn Z, editors. JBI Manual for Evidence Synthesis [Internet]. Australia: JBI; 2020 [cited 2024 Jan 31]. p. 408-52. Available from: https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-12.

7. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA- ScR): checklist and explanation. Ann Intern Med [Internet]. 2018 [cited 2024 Jan 15];169(7):467-73. Available from: http://dx.doi.org/10.7326/m18-0850.

8. Saripalle R, Runyan C, Russell M. Using HL7 FHIR to achieve interoperability in patient health records. Journal of Biomedical Informatics. 2019 Jun;94(103188):103188. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1532046419301066.

Declaración de responsabilidad: Todos los autores participaron activamente en la elaboración y desarrollo del trabajo.

Financiamiento: Esta investigación no recibió ningún financiamiento específico de agencias de fomento, ni de los sectores público, comercial o sin fines de lucro.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses con respecto a esta investigación, autoría o publicación de este artículo.

Cómo citar este artículo: Kasprowicz J, Bacca HG, Gregório LPP, Silva GM, Reichenbach R, Barra DCC, Dal Sasso GTM. Standards and terminologies for data integration from electronic devices attached to the body (wearables) in healthcare: a scoping review. Latin Am J Telehealth, Belo Horizonte,2024; 11(1): 066-076. ISSN: 2175-2990.

DOI: 10.32443/2175-2990(2024)475