



REVISIÓN SISTEMÁTICA

Interoperability standards in Health Information Systems

Estándares de interoperabilidad en los Sistemas de Información en Salud

Carlos Canova-Barrios¹  , Felipe Machuca-Contreras²  

¹Universidad de Ciencias Empresariales y Sociales. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

²Universidad Autónoma de Chile, Santiago, Chile.

Citar como: Canova-Barrios C, Machuca-Contreras F. Interoperability standards in Health Information Systems: systematic review. *Seminars in Medical Writing and Education* 2022;1:7. <https://doi.org/10.56294/mw20227>.

Recibido: 05-04-2022

Revisado: 12-07-2022

Aceptado: 16-08-2022

Publicado: 17-08-2022

Editor: Dr. José Alejandro Rodríguez-Pérez 

ABSTRACT

Introduction: Health Information Systems (HIS) have been improved to enhance the quality of healthcare. However, adequate computerization of these systems, as demanded by the digital society, requires the adoption of interoperability standards that allow all system elements to be interconnected.

Objective: to describe the results provided by the literature on the use of interoperability standards in HIS.

Methods: a systematic review was conducted using the PRISMA methodology on the results of the adoption of interoperability standards in HIS. Information was searched in Scopus, Medline, Google Scholar, and SciELO. Then, a selection of the most relevant studies was made, using inclusion criteria.

Results: most of the reviewed studies focused on the evaluation of interoperability standards in hospital and institutional environments, with a global interest in such standards. The diversity of standards used and the results obtained demonstrate the importance and significant impact of the implementation of interoperability standards in improving the quality of healthcare systems.

Conclusions: the systematic literature review reveals that the implementation of interoperability standards is fundamental to ensure the integration between the components that make up the systems, which in turn contributes to operational efficiency and information security.

Keywords: Interoperability Standards; Interoperability; Health Information Systems.

RESUMEN

Introducción: los Sistemas de Información en Salud (SIS) se han perfeccionado para mejorar la calidad de la atención médica. Sin embargo, una adecuada informatización de estos sistemas, tal y como demanda la sociedad digital, requiere de la adopción de estándares de interoperabilidad que permitan interconectar todos los elementos del sistema.

Objetivo: describir los resultados aportados por la literatura de la utilización de estándares de interoperabilidad en los SIS.

Métodos: se realizó una revisión sistemática mediante la metodología PRISMA sobre los resultados de la adopción de estándares de interoperabilidad en SIS. Se partió de una búsqueda de información en Scopus, Medline, Google Scholar y SciELO. Luego se realizó una selección de los estudios más pertinentes, mediante la aplicación de criterios de inclusión.

Resultados: la mayoría de los estudios revisados se enfocaron en la evaluación de estándares de interoperabilidad en entornos hospitalarios e institucionales, con un interés global por dichos estándares. La diversidad de estándares utilizados y los resultados obtenidos demuestran la importancia y el impacto significativo de la implementación de estándares de interoperabilidad en la mejora de la calidad de los sistemas de salud.

Conclusiones: la revisión sistemática de literatura revela que la implementación de estándares de interoperabilidad es fundamental para garantizar la integración entre los componentes que conforman los

sistemas, lo que a su vez contribuye a la eficiencia operativa y la seguridad de la información.

Palabras clave: Estándares de Interoperabilidad; Interoperabilidad; Sistemas de Información en Salud.

INTRODUCCIÓN

Toda sociedad necesita una atención sanitaria fiable y de calidad, para el funcionamiento estructural de la misma. La información es un recurso indispensable en la garantía de la calidad de los servicios de salud. Supone un activo fundamental para los mecanismos que sustentan la administración de la sanidad, entendidos como Sistemas de Información; que a la vez se gestionan con mayor intencionalidad mediante herramientas tecnológicas.

Para la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Sistema de Información en Salud (SIS) es el conjunto de elementos integrados para la recolección, procesamiento, análisis y transmisión de información necesaria para organizar y operar los servicios sanitarios, la investigación y planificación para el control de eventos de salud.⁽¹⁾ Permiten el acceso e intercambio inmediato de información para la toma de decisiones. Los SIS se han perfeccionado para mejorar la calidad de la atención desde la perspectiva del paciente como elemento más relevante del sistema.^(2,3,4) En etapas anteriores los SIS estaban más enfocados en el apoyo a la administración y la gestión de bienes y recursos. Los paradigmas orientados al modelo proactivo y preventivo de atención re direccionan la gestión de información en salud.

Se promueve la necesidad de SIS eficientes en la gerencia, lo cual conlleva a garantizar la oportunidad, la integridad y la fiabilidad de la información para el mejoramiento de la calidad de los servicios. En esta demanda de la sanidad, la implementación de las tecnologías ha demostrado gran factibilidad. Según la literatura^(3,4) los sistemas de salud modernos e informatizados, han permitido la práctica de conocimientos teóricos y mejoras en las destrezas y habilidades en beneficio de la calidad de los sistemas sanitarios.

La implementación de un sistema de información informatizado resulta provechosa para las instituciones, pacientes y usuarios de la información en general. Es importante concebir el sistema de manera que cumpla sus objetivos de calidad.⁽⁵⁾ Las tecnologías de la información aportan competitividad a los procesos e impulsan el desarrollo de plataformas de gestión de información. Existen evidencias del impacto de esta transformación en la prevención, tratamiento y diagnóstico de problemas de salud de la sociedad.^(3,4)

Las facilidades tecnológicas en los SIS han permitido desarrollar los registros clínicos electrónicos e historias clínicas electrónicas (HCE), los cuales han mejorado la relación médico - paciente. Estas herramientas ofrecen ventajas en la reducción del tiempo destinado a la generación y consumo de información con respecto al registro realizado de la forma tradicional en papel.^(4,6)

Este tipo sistemas de información ha experimentado un aumento gradual en cuanto a su implementación hospitalaria a nivel global, al aportar eficiencia, calidad y satisfacción en la atención a los pacientes. La información gestionada mediante estos sistemas favorece la comunicación entre diferentes instituciones y niveles de atención sanitaria para un abordaje más amplio de las necesidades de atención en la población. El objetivo de estas tecnologías es vincular los datos a nivel local y nacional mediante un único historial médico de los pacientes disponible en cualquier momento y lugar donde se requiera la atención.⁽⁷⁾

En este cometido, adquiere significativos relieves la interoperabilidad de los SIS. Representa un factor clave para agilizar el intercambio de información en un entorno de colaboración entre las entidades de salud. Es un componente elemental para el desarrollo de las sociedades digitales mediante la creación de nuevo valor a través de la innovación, y de esta manera maximizar los beneficios de las tecnologías de la información en pro de la salud.

En ese sentido, la interoperabilidad se define como la habilidad de dos o más sistemas o componentes de intercambiar información y utilizar la información que ha sido intercambiada.^(8,9,10) La interoperabilidad se produce cuando diversas aplicaciones y plataformas digitales pueden intercambiar datos, interpretarlos y facilitar su disponibilidad a los usuarios y grupos de interés.⁽¹¹⁾

Sin embargo, lograr la interoperabilidad es un proceso complejo, y es uno de los mayores retos en los SIS informatizados. La interoperabilidad requiere de estándares; que son normas y especificaciones que permiten que diferentes sistemas puedan intercambiar datos de manera efectiva y automática. Son esenciales para garantizar la integración entre los componentes del sistema y entre sistemas, lo que a su vez contribuye a la eficiencia operativa y la seguridad de la información.⁽¹²⁾

En efecto, la aplicación de las tecnologías de la información a los SIS y la interoperabilidad de sistemas supone todo un reto tecnológico y jurídico especialmente en entornos descentralizados. Esto conlleva a la necesidad de profundizar en los estándares de interoperabilidad desde el análisis de experiencias en su implementación.

En torno a lo anterior, el presente artículo se propone describir los resultados aportados por la literatura sobre la utilización de estándares de interoperabilidad en los Sistemas de Información en Salud; con base en el

auge obtenido por los mismos en el sector de la salud paralelo al desarrollo de los sistemas de información y las tecnologías de la información y las comunicaciones.

MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática de literatura basada en la metodología de elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y meta-análisis (PRISMA).^(13,14) La revisión pretende sintetizar evidencias sobre los resultados de la adopción de estándares de interoperabilidad en SIS, así como las condiciones de dicha implementación. El diseño del estudio tomó como referente la investigación realizada por Ovies-Bernal *et al.*⁽¹⁵⁾

La realización de la presente revisión partió de una búsqueda de información en diferentes sistemas de bases de datos bibliográficas, sistemas de indexación y resumen, y motores de búsqueda. (tabla 1).

Tabla 1. Bases de datos consultadas y estrategias de búsqueda empleadas	
Bases de datos	Estrategia de búsqueda
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Interoperability") AND DOCTYPE ("ar") AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "MEDI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "HEAL"))
SciELO	(Interoperabilidad) AND (Sistemas de Información en Salud)
Google Scholar	(Interoperability) AND (Health Information Systems)
PubMed/Medline	("Interoperability"[Title/Abstract] AND "health information systems"[Title/Abstract])

Para el cumplimiento del objetivo se incluyeron aquellos estudios, de preferencia de los últimos cinco años publicados en revistas científicas que cumplieron con los criterios siguientes:

- Artículos sobre las implementaciones de SIS interoperables
- Estudios donde se hubieran implementado estándares de mensajería, terminología o documentos
- Investigaciones con resultados en la adopción de dichos estándares
- Estudios donde se declara cuáles fueron los estándares empleados
- Publicaciones en idioma inglés o español.

No se incluyeron fuentes de la llamada "literatura gris" ni documentos gubernamentales. En los casos donde se hallaron resultados interesantes provenientes de este tipo de fuentes, se realizaron búsquedas manuales para comprobar otro tipo de fuente que reseñara información acerca de dichos resultados de manera específica.

De los estudios identificados resultantes de las búsquedas en las diferentes bases de datos se comprobó la duplicidad de los mismos, y se eliminaron los registros duplicados. Se tamizaron los estudios según título y el resumen; y posteriormente, se revisaron los textos completos de los artículos.

Se descartaron los documentos que solo abordaban el aspecto informático-técnico de la implementación del sistema o que, por el contrario, se enfocaban en el aspecto normativo sin considerar los aspectos informáticos. De esta manera, se evitó seleccionar documentos que solo cubrieran un componente o que fueran parciales o sesgados.

A diferencia del estudio de Ovies-Bernal *et al.*⁽¹⁵⁾ no se excluyeron los estudios que presentaron la implementación solo a nivel hospitalario o se limitaran al tratamiento de expedientes clínicos electrónicos. Ya que los mismos también pueden aportar valor en cuanto a la experiencia de la informatización de los sistemas de información.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda de información permitió recuperar un total de 16018 fuentes de información. De estas la mayoría se obtuvieron mediante Google Scholar (89,3 %). A este motor de búsqueda le siguieron Scopus (9,2 %), Pubmed (1,2 %) y SciELO (0,3 %). Sin embargo, una búsqueda con resultados tan amplios tuvo un gran volumen de información irrelevante para el estudio. A través de la aplicación de filtros (período 2018-2023, acceso abierto, artículos de revista, artículos originales) y la eliminación de registros coincidentes en las diferentes bases de datos, se simplificaron los resultados de la búsqueda a un total de 211 estudios.

A partir de este primer tamizaje, se pudo excluir un total de 89 estudios (42,2 % de los artículos incluidos en esta etapa) de los 211 mencionados con anterioridad. Con esta exclusión transitaban a la etapa de selección por idoneidad 122 artículos. En esta etapa se eliminaron 66 (54,1 %) de los artículos a través del análisis del resumen de los mismos. De los 56 restantes (45,9 %) fueron eliminados 36 (29,5 %) tras una lectura crítica del texto completo de los artículos.

Finalmente, se decide incluir en la revisión de literatura un total de 20 artículos, que cumplieron con los criterios de inclusión declarados y con los parámetros de calidad necesarios para ser contemplados en el estudio. Esta cantidad representa el 0,1 % del total de artículos hallados en la búsqueda de información. El proceso de selección fue descrito en el diagrama de flujo de la presente revisión. (figura 1).

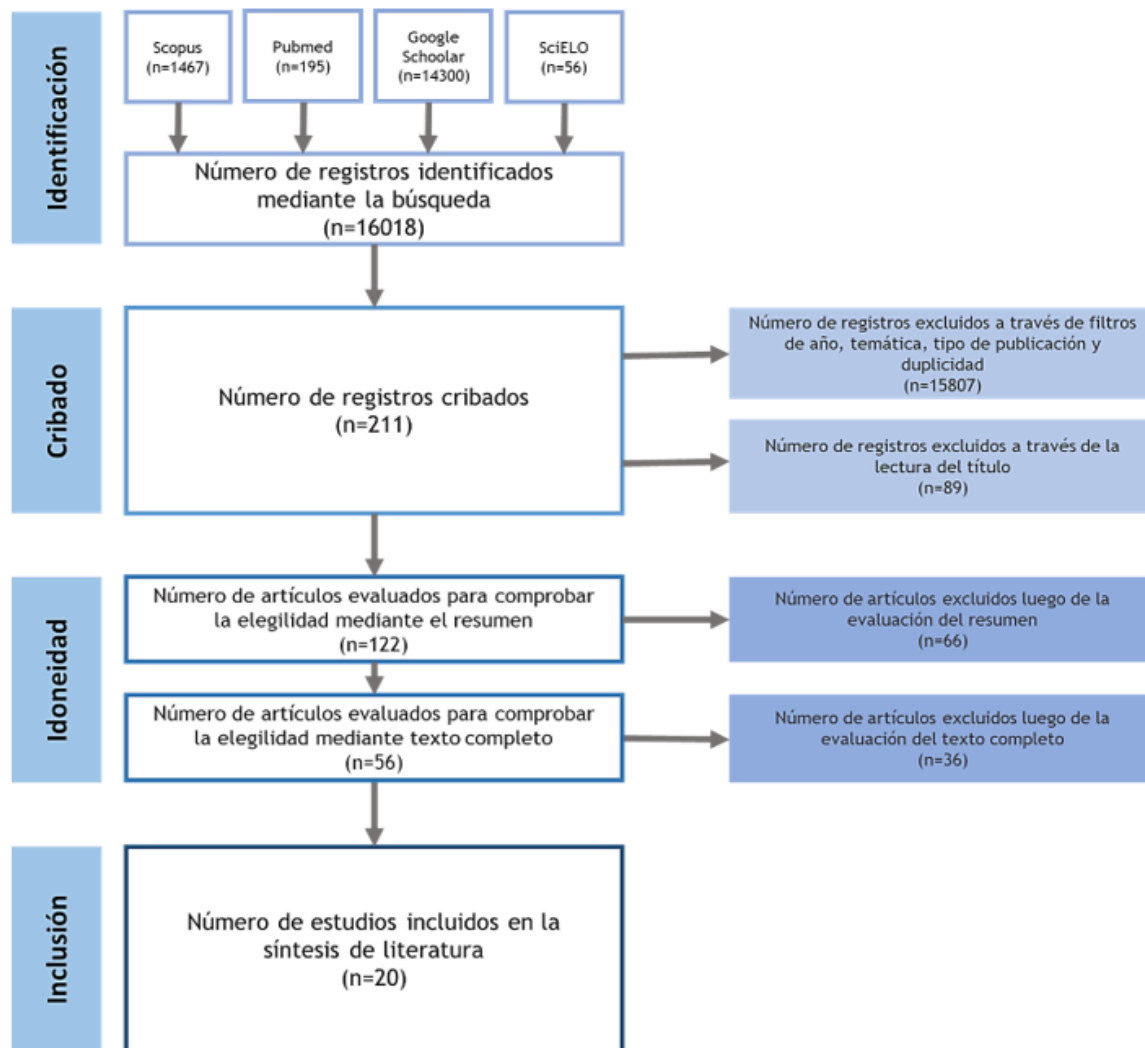


Figura 1. Diagrama de flujo de la búsqueda y selección de estudios según la metodología PRISMA

De los 20 artículos incluidos en la revisión sistemática, el 30,0 % fueron provenientes de Estados Unidos, siendo el país predominante en los resultados del estudio. A este le secundó Alemania con el 10,0 %. En menor medida, con un artículo cada país (5,0 %) también estuvieron presentes: Argentina, Austria, Bolivia, Brasil, Canadá, Cuba, España, Irán, Irlanda, Reino Unido y Taiwán.

Esta observación era de esperar, pues los Estados Unidos han sido líderes en la promoción y adopción de estándares de interoperabilidad en salud debido a la cantidad de recursos destinados a la investigación y el desarrollo de estos estándares. Además, el gobierno de los Estados Unidos ha desempeñado un papel importante en la promoción de la interoperabilidad en salud, y la colaboración entre instituciones de salud y académicas, mediante incentivos financieros. ⁽¹⁵⁾

En cuanto al alcance de los SIS implementados según los estudios revisados, predominaron aquellos que ofrecieron una cobertura hospitalaria o institucional (60,0 %). Un 10,0 % de los estudios aportaron información de SIS que interrelacionaron varios hospitales o instituciones involucradas en la atención sanitaria. También un 10,0 % de los estudios expone sistemas con un alcance nacional. El 5,0 % fueron estudios que abarcaron una zona o región específica de un país, y otro 5,0 % propone un sistema con cobertura a varios países. Otro 10,0 % de los estudios no especificó el alcance del sistema en cuestión. (figura 2).

Cabe resaltar que los estudios donde no se especificó el alcance del sistema se enfocaron en la evaluación de un estándar de interoperabilidad determinado, y no en el diseño e implementación de un SIS. Estos fueron incluidos al aportar conclusiones relevantes acerca de los resultados en el uso de los estándares evaluados.

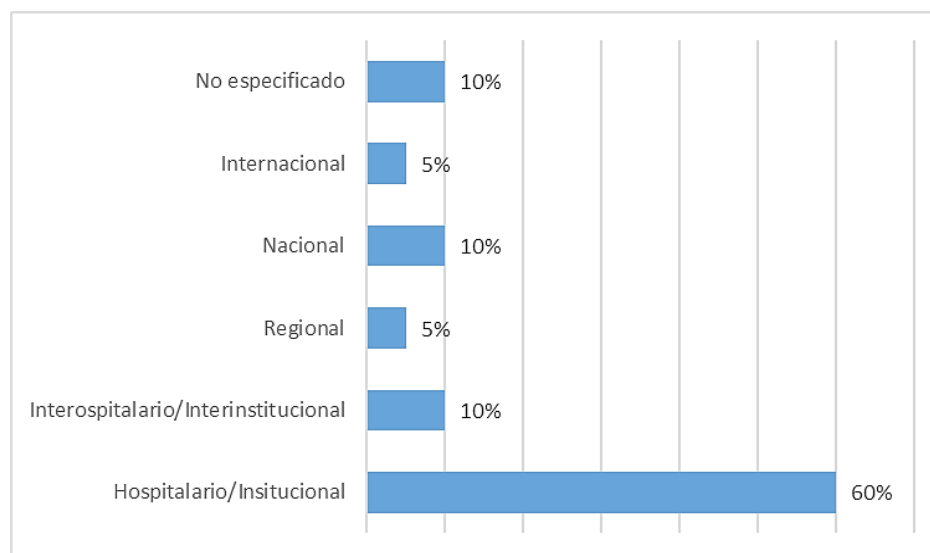


Figura 2. Cantidad de estudios según el alcance del SIS implementado

En los estudios incluidos se pudo constatar la implementación de estándares de interoperabilidad de datos y mensajería, terminológicos y de documentos:^(16,17)

- El estándar de datos y mensajería se refiere a un conjunto de reglas y especificaciones que rigen la estructura, el formato y la transmisión de datos y mensajes entre sistemas informáticos. Este tipo de estándar es indispensable para la interoperabilidad y la comunicación efectiva entre diferentes sistemas y aplicaciones.
- Los estándares terminológicos establecen la terminología específica que debe utilizarse en un campo o disciplina particular. Garantizar la consistencia y la precisión en la comunicación y el intercambio de información.
- Los estándares de documentos definen la estructura, el formato y otros aspectos relevantes de los documentos electrónicos. Estos son fundamentales para garantizar la consistencia, la accesibilidad y la preservación a largo plazo de los documentos digitales.

En todos los artículos revisados se aplicó al menos uno de estos tipos de estándares. La tabla 2 resume los estándares declarados en cada estudio.

Estudio	Estándar de datos y mensajería	Estándar Terminológico	Estándar de Documentos
Rahman Rinty et al. ⁽¹⁸⁾ (2022)	HL7	-	CDA
Das et al. ⁽¹⁹⁾ (2023)	HL7 - FHIR	-	CCR
Kazemi-Arpanahi et al. ⁽²⁰⁾	HL7	CIE-10, RxNORM, LOINC, SNOMED CT	CDA
Carvalho-Gomes et al. ⁽²¹⁾ (2021)	-	ISO 18104:2014	-
Frid et al. ⁽²²⁾ (2022)	HL7 - FHIR	SNOMED CT	EN/ISO 13606
González et al. ⁽²³⁾ (2021)	HL7	CIE-10, CIE-9, NANDA, LOINC	CDA
Salvatelli et al. ⁽²⁴⁾ (2020)	HL7 , DICOM	-	-
Choquetarqui-Guarachi ⁽²⁵⁾ (2020)	HL7 - FHIR, DICOM	-	-
Eapen et al. ⁽²⁶⁾ (2019)	FHIR	-	CDM
Lanyi et al. ⁽²⁷⁾ (2023)	CDS Hook, FHIR	ATC	-
Stream et al. ⁽²⁸⁾ (2020)	-	LOINC	-
Margheri et al. ⁽²⁹⁾ (2020)	HL7 - FHIR, DICOM	-	CDA
Zong et al. ⁽³⁰⁾ (2021)	HL7 - FHIR	-	-
Prud'hommeaux et al. ⁽³¹⁾ (2021)	FHIR RDF	-	-
Gulden et al. ⁽³²⁾ (2021)	HL7 - FHIR	-	-

Gruendner et al. ⁽³³⁾ (2021)	FHIR	-	-
Lee et al. ⁽³⁴⁾ (2020)	FHIR	-	-
Plaff et al. ⁽³⁵⁾ (2019)	HL7 - FHIR	-	CDM
Odigie et al. ⁽³⁶⁾ (2019)	FHIR, CQL	SNOMED CT	-
Zhang et al. ⁽³⁷⁾ (2019)	FHIR	LOINC, HPO	-

Leyenda:
HL7: Health Level Seven; **FHIR:** Fast Healthcare Interoperability Resources; **DICOM:** Digital Imaging and Communication in Medicine; **CDS Hook:** Clinical Decision Support - Hook; **RDF:** Resource Description Framework; **CQL:** Contextual Query Language; **CIE:** Clasificación Internacional de Enfermedades; **RxNorm:** Prescripción Médica Normalizada; **LOINC:** Logical Observation Identifiers Names and Codes; **SNOMED CT:** Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms; **ISO 18104:2014:** Estructuras categóricas para la representación de los diagnósticos de enfermería y de las acciones de enfermería en los sistemas terminológicos; **ATC:** Sistema de Clasificación Anatómica, Terapéutica, Química; **HPO:** Human Phenotype Ontology Standard; **NANDA:** North American Nursing Diagnosis Association Standard; **CDA:** Clinical Document Architecture; **CDM:** Common Data Model; **CCR:** Continuity of Care Record; **EN/ISO:** European Norm/International Organization for Standardization.

En el 90,0 % de los estudios analizados se declaró el estándar de mensajería y datos. Los estándares de terminología y documentos fueron menos frecuentes (40 %). En la categoría de mensajería y datos predominó el estándar HL7 - FHIR (35,0 %). Entre los terminológicos fue más frecuente el estándar LOINC (20,0 %) y en la categoría de documentos el CDA se observó con mayor frecuencia (20,0 %). (figura 3).

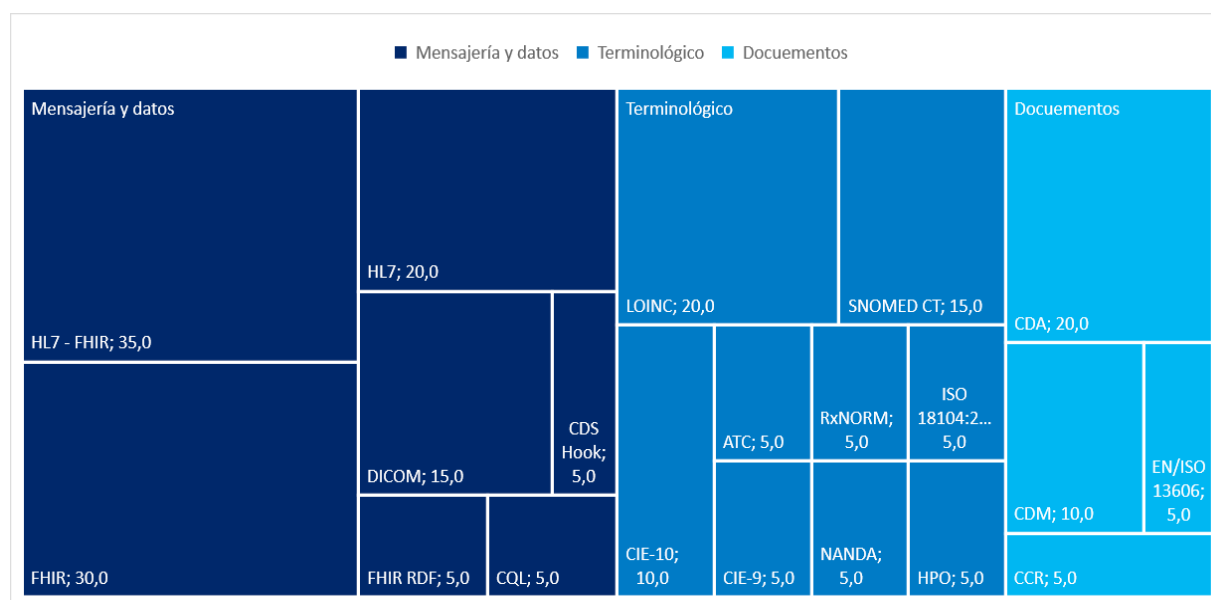


Figura 3. Distribución de los estándares empleados en los estudios analizados

El predominio del HL7-FHIR se explica a las facilidades que ofrece el mismo en la comunicación entre diferentes sistemas de atención médica, lo que facilita el intercambio de información clínica y la coordinación de la atención. Está diseñado para ser flexible y adaptable a diferentes escenarios de atención médica (clínica, administración y finanzas).^(18,23,29,31)

Por su parte LOINC y SNOMED CT son de los estándares de codificación más populares en la industria de la tecnología de la información sanitaria, específicamente en pruebas médicas. LOINC se utiliza para codificar el método de prueba, mientras que SNOMED CT se utiliza para codificar respuestas no numéricas. El uso conjunto de SNOMED CT y LOINC puede proporcionar una solución rentable y eficiente para la integración de datos de atención médica.⁽³⁸⁾

Tabla 3. Descripción de los resultados alcanzados en la aplicación de estándares por los sistemas de información en los casos analizados

Estudio	País	Tipo de sistema	Resultados y conclusiones
Rahman Rinty et al. ⁽¹⁸⁾ (2022)	Bangladesh	Sistema de e-Salud	La contribución de este estudio es el uso del estándar HL7 y la recuperación de datos basada en una interfaz de paso de mensajes (MPI) en la construcción de un sistema de e-Salud distribuido y acoplado débilmente, lo cual es verdaderamente revolucionario en países en vías de desarrollo. Se concluye que el sistema establecido ayuda a avanzar en la e-Salud en naciones en desarrollo de todo el mundo.
Das et al. ⁽¹⁹⁾ (2023)	Irlanda	Sistema de generación de gráficos de conocimiento de atención médica	El artículo presenta un enfoque para abordar el desafío de la interoperabilidad en el ámbito de la atención médica mediante la adaptación de modelos y técnicas existentes. Se utiliza un modelo de datos semántico estandarizado común para generar un grafo de conocimiento interconectado, y se destaca la importancia de utilizar tecnologías de grafos para realizar consultas complejas de manera más eficiente. También sugiere la necesidad de distinguir entre diferentes atributos a nivel de esquema y concluye con la identificación de oportunidades para mejorar los procesos de trabajo actuales y la planificación de la siguiente fase de desarrollo.
Kazemi-Arpanahi et al. ⁽²⁰⁾	Irán	Sistema de información de intercambio de informes de estudios de electrofisiología	El estudio expone un modelo práctico de presentación real del protocolo de intercambio de información sobre el estudio electrosiológico invasivo del corazón, basado en HL7. En este estudio se identificó una limitación importante: la falta de infraestructura de intercambio de información integral y sistemática en el sistema de salud del país, lo que no permitió la evaluación de la implementación del protocolo propuesto.
Carvalho-Gomes et al. ⁽²¹⁾ (2021)	Brasil	Sistema de diagnóstico e intervenciones de enfermería	Se presenta un modelo utilizable en la historia clínica electrónica para documentar diagnósticos e intervenciones de enfermería en diferentes contextos de acción, desde declaraciones genéricas hasta otras más específicas.
Frid et al. ⁽²²⁾ (2022)	España	Sistema de historia clínica electrónica integrado con los dispositivos móviles	Se describe una metodología novedosa para la comunicación exitosa de extractos de HCE estandarizados desde una aplicación móvil para pacientes con un repositorio clínico basado en ontología vinculado a una HCE. Permite la integración de datos provenientes de diferentes fuentes en los SIS para ser usado en diferentes niveles de atención. Se considera el primer estudio en su tipo.
González et al. ⁽²³⁾ (2021)	Cuba	Sistema de planificación de recursos	Se identificaron 12 puntos de integración entre el sistema XAVIA HIS y los sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP), que aseguran la integración entre estos sistemas para la primera fase que incluye las áreas de registros médicos, central de citas, consulta externa, emergencias, laboratorio y programas médicos. Se definieron e implementaron los mensajes por cada uno de los puntos de integración, que aseguran el intercambio de información entre los sistemas. La mensajería HL7 asegura el intercambio estándar de información entre los sistemas de información en salud y los sistemas de planificación de recursos.
Salvatelli et al. ⁽²⁴⁾ (2020)	Argentina	Sistema de información para retinopatías del prematuro	El trabajo propone el desarrollo de un sistema de información oftalmológico centrado en la problemática de retinopatías en niños. El artículo describe las necesidades y motivaciones que justifican su desarrollo, los criterios para el diseño de un sistema de información de bajo costo y características distribuidas que permitan su empleo en telemedicina, y los detalles de un procedimiento para el registro de este tipo de imágenes actualmente empleado en la clínica por un grupo de expertos, que representa el punto de partida para la definición del sistema.
Choquetarqui-Guarachi ⁽²⁵⁾ (2020)	Bolivia	Sistema de información imagenológico	La implementación de estándares de interoperabilidad en el artículo se enfoca en la integración de los recursos FHIR con el sistema para estandarizar el informe de Rayos X y distribuir la información. Además, se revisa la integración con el servidor de imágenes de Rayos X, PACS, WADO y HIS a través de los servicios API REST. El modelado y la selección del estándar de interoperabilidad son variables claves que influyen en las características de la implementación para obtener resultados satisfactorios. La implementación de estándares de interoperabilidad permitió la integración de diferentes sistemas y recursos para mejorar la gestión de los procesos y la distribución de la información clínica.

Eapen et al. ⁽²⁶⁾ (2019)	Canadá	Sistema de gestión de formularios médicos	Se propone un marco pragmático para la gestión de extremo a extremo de los productos electrónicos en la asistencia sanitaria. El marco aprovecha el software de código abierto existente y estándares para lograr una solución rentable y eficiente para crear, mantener y compartir formularios. Los datos recopilados mediante este marco garantizan la agregación semántica y el intercambio a varios niveles. El trabajo en el motor de renderizado aún está en progreso y busca orientación sobre este tema por parte de la comunidad de código abierto.
Lanyi et al. ⁽²⁷⁾ (2023)	Austria	Servidor de terminología para uso clínico	EL uso de FHIR, CDS son excelentes adiciones al entorno médico digital. Los CDS Hooks son fáciles de implementar y están respaldados por el estándar SMART para integrarlos fácilmente a los sistemas de HCE.
Stream et al. ⁽²⁸⁾ (2020)	Estados Unidos	No especificado	El estudio concluyó que la implementación del código LOINC en el mundo real en un espectro de entornos de laboratorio debería generar preocupación sobre la confiabilidad y utilidad del uso de LOINC para la investigación clínica o para agregar datos. El estudio reveló una tasa significativa de selección incorrecta de códigos LOINC, lo que genera preocupaciones sobre la confiabilidad y utilidad del uso del mismo.
Margheri et al. ⁽²⁹⁾ (2020)	Reino Unido	Sistema de datos clínicos descentralizado	Se propone un sistema basado en Blockchain para gestionar la procedencia de documentos de salud que pueden integrarse perfectamente con implementaciones de HCE existentes. La integración con FHIR basado en los recursos permiten a los operadores utilizar el sistema para múltiples propósitos, incluida la conciliación de datos entre diferentes organizaciones y el consentimiento del paciente.
Zong et al. ⁽³⁰⁾ (2021)	Estados Unidos	Sistema de captura de datos para ensayos clínicos de pacientes con cáncer colorrectal	Los formularios de reportes de casos pueden considerarse como un sustituto para representar las necesidades de información para los diferentes tipos de cánceres. Explotar las necesidades de información puede servir como un recurso valioso para ampliar los estándares existentes y garantizar que los formularios de reportes de casos puedan representar de manera integral datos clínicos relevantes sin pérdida de granularidad.
Prud'hommeaux et al. ⁽³¹⁾ (2021)	Estados Unidos	No especificado	Se describe el desarrollo y la evaluación de un conjunto de herramientas basado en Java para transformar y validar datos de FHIR RDF, que es uno de los formatos de datos estandarizados en la especificación HL7 - FHIR. Se concluye que FHIR RDF se usa para integrar datos de FHIR y no FHIR en el ámbito sanitario y de investigación. El conjunto de herramientas reveló varios tipos de errores en los ejemplos de FHIR R4 y R5, demostrando su utilidad para mejorar la calidad de los datos de FHIR RDF y la evolución de la especificación FHIR.
Gulden et al. ⁽³²⁾ (2021)	Alemania	Sistema de información para ensayos clínicos	Los resultados muestran que los recursos del FHIR establecen una visión armonizada de la información del estudio desde fuentes heterogéneas. Al permitir el intercambio automatizado de datos entre los centros de ensayo y los registros centrales de estudios.
Gruendner et al. ⁽³³⁾ (2021)	Alemania	Sistema de datos clínicos descentralizado	El estudio tiene como objetivo mostrar cómo se pueden usar los datos en formato FHIR para realizar análisis estadísticos mediante un servicio de pre-procesamiento y filtrado integrado con una base de datos PSQ. El servicio de pre-procesamiento se integró con la base de datos PSQ y la plataforma de análisis web KETOS, permitiendo generar subconjuntos de datos con criterios médicos avanzados y realizar análisis estadísticos sobre ellos. El estudio concluye que el uso de la base de datos PSQ para almacenar datos FHIR y el servicio de pre-procesamiento y análisis es factible y beneficioso para la investigación médica.
Lee et al. ⁽³⁴⁾ (2020)	Taiwán	Sistema de gestión e intercambio de datos clínicos de alcance internacional	El uso de estándares de interoperabilidad como FHIR y Blockchain permite el intercambio efectivo de PHR a nivel internacional, así como la seguridad y la gestión de los datos de PHR. Los autores del estudio se asociaron con la AeHIN, una red regional de expertos en salud digital, para implementar y promover la plataforma de PHR basada en estos estándares. La plataforma también podría facilitar la medicina de precisión e individual en el futuro, al proveer una fuente de datos confiable y analizable.

Plaff et al. ⁽³⁵⁾ (2019)	Estados Unidos	Sistema de mapeo de activos clínicos	Se considera que CAMP FHIR puede servir como una alternativa a la implementación de nuevos CDM en función de cada proyecto. Además, el uso de FHIR como un CDM podría apoyar oportunidades de intercambio de datos poco frecuentes, como las colaboraciones entre centros médicos académicos y hospitales comunitarios. Se anticipa la adopción y el uso de CAMP FHIR para fomentar el intercambio de datos clínicos entre instituciones para aplicaciones posteriores en la investigación traslacional.
Odigie et al. ⁽³⁶⁾ (2019)	Estados Unidos	Sistema terminológico	Las declaraciones lógicas de evidencia clínica se representaron como artefactos de conocimiento de apoyo a la decisión clínica (CDS) compartibles usando los estándares existentes: SNOMED CT, FHIR y CQL, para promover y acelerar la adopción de la práctica basada en la evidencia. Persisten limitaciones para la estandarización, que podrían minimizarse con un conjunto adicional de términos y conjuntos de valores estándar y agregando marcos de tiempo al marco de CQL.
Zhang et al. ⁽³⁷⁾ (2019)	Estados Unidos	Sistema de información de mapeo de pruebas de laboratorio	Los sistemas de Registro Electrónico de Salud suelen definir los resultados de las pruebas de laboratorio mediante los Nombres y Códigos de Identificación de Observaciones de Laboratorio y pueden transmitirlos usando los estándares de Recursos de Interoperabilidad Rápida de Salud. Se anotan las implicaciones médicas de 2923 pruebas de laboratorio de uso común con términos de HPO. Usando estas anotaciones, el sistema diseñado evalúa los resultados de las pruebas de laboratorio y convierte cada resultado en un término de HPO. Finalmente, se proporciona una aplicación <i>SMART on FHIR</i> de libre acceso que se puede usar dentro de los sistemas de HCE.

El 60,0 % de los estudios evaluados implementaba SIS enfocados a la gestión de datos clínicos para la atención a pacientes.^(18,22,24,26,29,30,33,34) Este resultado conjugado con el predominio de los sistemas en el nivel hospitalario permite reafirmar el énfasis de los SIS en la mejoría de la atención directa al paciente.

El 15,0 % de los estudios se centraba en sistemas para mejorar el intercambio de información acerca de los resultados de los medios de diagnóstico, y el 10,0 % en la gestión de información para la administración y la gestión de recursos. Los elementos en común de estos estudios incluyen la búsqueda de soluciones para mejorar la interoperabilidad, la eficiencia y la calidad de la gestión de la información de salud, lo que refleja un enfoque global hacia la innovación y la mejora continua en este campo.^(19,21,23,25,37)

Estos estudios comparten elementos comunes relacionados con la implementación de estándares de interoperabilidad, fundamentalmente HL7 y FHIR, la integración de sistemas de información de salud, la importancia de la semántica estandarizada, la necesidad de mejorar la eficiencia en la gestión de datos clínicos, y la aplicación de tecnologías innovadoras para la gestión de datos de salud.

Una de las principales limitaciones de los estándares de interoperabilidad es la falta de estandarización completa. A pesar de los esfuerzos por utilizar estándares generalizados como HL7, SNOMED CT o FHIR, persisten limitaciones para la estandarización, que conllevan a la adopción de varios de estos estándares en ocasiones. Se menciona que estas limitaciones podrían minimizarse con un conjunto adicional de términos y conjuntos de valores estándar, así como agregando marcos de tiempo al marco de CQL.⁽³⁶⁾

La contribución de estos estudios es significativa, ya que abordan desafíos clave en la interoperabilidad de sistemas, la eficiencia en la gestión de datos clínicos en entornos diversos, desde países en desarrollo^(18,20,23,25) hasta entornos más avanzados tecnológicamente.^(26,27,28,29,30,31,32,33,35,36,37) Estos estudios reflejan un enfoque común hacia la innovación y la mejora continua en el campo de la salud.

Esta brecha tecnológica y económica también supone un desafío en la interoperabilidad. La falta de infraestructura de intercambio de información de manera sistemática en el sistema sanitario del país dificulta la estrategia de informatización de los SIS.⁽²⁰⁾

Sin embargo, la asociación de los estudios revisados revela una amplia adopción de estándares de interoperabilidad en sistemas de salud, y un interés global por dichos estándares, con énfasis en entornos hospitalarios e institucionales. La diversidad de estándares utilizados y los resultados obtenidos demuestran la importancia y el impacto significativo de la implementación de estándares de interoperabilidad en la mejora de la calidad y eficiencia de los sistemas de información en salud.

CONCLUSIONES

La revisión sistemática de literatura sobre estándares de interoperabilidad en los Sistemas de Información en Salud (SIS) revela que la implementación de estándares de interoperabilidad de datos y mensajería, terminológicos y de documentos es fundamental para garantizar la integración entre los componentes que conforman los sistemas, lo que a su vez contribuye a la eficiencia operativa y la seguridad de la información.

La interoperabilidad no está desprovista de retos que aún permanecen en debate. Sin embargo, la implementación de tecnologías de la información y estándares que garanticen la interoperabilidad en los SIS ha demostrado gran factibilidad y es una vía para mejorar la calidad de la atención desde la perspectiva del paciente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Panamericana de la Salud OPS. Sistemas de información y plataformas para la salud (IS). 2000. https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=4564:information-systems-and-platforms-for-health&Itemid=72436&lang=es#:~:text=Sistemas%20de%20informaci%C3
2. OPS. COVID-19 y la importancia de fortalecer los Sistemas de Información. Reporte No.6. Washington DC: Departamento de Evidencia e Inteligencia para la acción en salud, Oficina del Subdirector, Organización Panamericana de la Salud; 2020. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52128/COVID-19FactsheetIS4H_spa.pdf?sequence=14.
3. Escobar Castellanos B, Cid-Henriquez P. Nursing care and ethical issues surgen from the technological health advance. Acta Bioeth. 2018;24(1):39-46. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-
4. Preciado-Rodríguez AJ, Valles-Coral MA, Lévano-Rodríguez D. Importancia del uso de sistemas de información en la automatización de historiales clínicos, una revisión sistemática. Revista Cubana de Informática Médica. 2021;13(1):e417. <https://revinformatica.sld.cu/index.php/rcim/article/view/417>
5. Mendoza-Ramos A. Análisis del alcance en la implementación del Sistema de Información de Salud en Colombia. Córdoba: Universidad de Córdoba; 2020.

6. Pérez-Santonja T, Gómez-Paredes L, Álvarez-Montero S, Cabello-Ballesteros L, Mombiola-Muruzabal MT. Historia clínica electrónica: evolución de la relación médicopaciente en la consulta de Atención Primaria. *Semergen*. 2017;43(3):175-81. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1138359316300120>
7. Alsalman D, Alumran A, Alrayes S, Althumairi A, Almubarak S, Alrawiai S, et al. Implementation status of health information systems in hospitals in the eastern province of Saudi Arabia. *Informatics in Medicine Unlocked*. 2021;22:e100499. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100499>
8. Institute of Electrical and Electronics Engineering - IEEE. The Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms, Seventh Edition. IEEE. 2000. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.2000.322230>
9. IEEE Advancing Technology for Humanity. Interoperability. EITBOK. 2017. <http://eitbokwiki.org/Interoperability>
10. Leal G, Guédria W, Panetto H. Interoperability assessment: A systematic literature review. *Computers in Industry*. 2019;106:111-132. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.002>
11. Mejía GR, Cruz O, Meléndez E. Nivel de interoperabilidad en el sistema de información de la universidad pública en México. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*. 2022;XXVIII(2), 56-73.
12. Felipe-Gómez L. Interoperabilidad en los Sistemas de Información Documental (SID): la información debe fluir. *Códice*. 2007;3(1):23-39.
13. Pagea MJ, McKenziea JE, Bossuytb PM, Boutronc I, Hoffmann TC, Mulrowe CD, et al. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Esp Cardiol*. 2021;74(9):790-799 <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.0>
14. Pigott TD, Polanin JR. Methodological guidance paper: High-quality meta-analysis in a systematic review. *Review of Educational Research*. 2020;90(1):24-46. <https://doi.org/10.3102/0034654319877153>
15. Mandell BF. Programa de Incentivos para la Adopción de Registros Médicos Electrónicos. Merck Manuals. 2021. <https://www.merckmanuals.com/es-us/professional/temas-especiales/toma-de-decisiones-m%C3%A9dicas/registros-de-salud-electr%C3%B3nicos-y-apoyo-a-la-toma-de-decisiones-cl%C3%ADnicas>
16. Gobierno de España. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Catálogo de estándares. Guía de aplicación de la Norma Técnica de Interoperabilidad. 2012. https://administracionelectronica.gob.es/pae/Home/dam/jcr:97912041-c1c3-47c4-b517-df9f51db321d/Guia_aplicacion_Norma_Tecnica_Interoperabilidad_Catalogo_de_estandares.pdf
17. Hospital Italiano de Buenos Aires. Addendum Interoperabilidad y Estándares. Curso Universitario de Sistemas de Información en los Sistemas de Salud. 2016. <https://docplayer.es/21210626-Sistemas-de-salud-addendum-interoperabilidad-y-estandares.html>
18. Rahman-Rinty M, Kumar-Prodhan U, Mijanur-Rahman M. A prospective interoperable distributed e-Health system with loose coupling in improving healthcare services for developing countries. *Array*. 2022;13. <https://doi.org/10.1016/j.array.2021.100114>
19. Das S, Hussey P. HL7-FHIR-Based ContSys Formal Ontology for Enabling Continuity of Care Data Interoperability. *J. Pers. Med*. 2023, 13, 1024. <https://doi.org/10.3390/jpm13071024>
20. Kazemi-Arpanahi H, Shanbehzadeh M, Mirbagheri E, Baradaran A. Data integration in cardiac electrophysiology ablation toward achieving proper interoperability in health information systems. *J Edu Health Promot* 2020;9:262. https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_751_19
21. Carvalho-Gomes D, Abreu N, Sousa P, Moro C, Ribeiro-Carvalho D, Cubas MR. Representation of Diagnosis and Nursing Interventions in OpenEHR Archetypes. *Appl Clin Inform* 2021;12:340-347. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728706>.
22. Frid S, Fuentes-Expósito MA, Grau-Corral I, Amat-Fernandez C, Muñoz-Mateu M, Pastor-Duran X.

Successful Integration of EN/ISO 13606-Standardized Extracts From a Patient Mobile App Into an Electronic Health Record: Description of a Methodology. *JMIR Med Inform.* 2022;10(10):e40344. <https://medinform.jmir.org/2022/10/e40344>

23. González LB, Vega IL, Rodríguez RJ, et al. Módulo "Programas Médicos" para el Sistema de Información Hospitalaria XAVIA HIS. *Revista Cubana de Informática Médica.* 2021;13(1). <https://revinformatica.sld.cu/index.php/rcim/article/view/448>

24. Salvatelli A, Hadad A, Evin D, Bizai G, Franseschini B, Drozdowicz B. Análisis de un Sistema de Información para Retinopatías del Prematuro (ROP). *Revista Argentina De Bioingeniería.* 2020;24(3):25-30. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/133552>

25. Choquetarqui- Guarachi R. Implementación de estándares HL7 para la interoperabilidad de aplicaciones de salud y equipos imagenológicos de Rayos X. *Revista PGI. Investigación, Ciencia y Tecnología en Informática.* 2020;8:160-164. https://ojs.umsa.bo/ojs/index.php/inf_fcpn_pgi/article/view/76

26. Eapen BR, Costa A, Archer N, Sartipi K. FHIRForm: An Open-Source Framework for the Management of Electronic Forms in Healthcare. *Stud Health Technol Inform.* 2019;257:80-85. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30741177/>

27. Lanyi L, Rinner C. ELGA Terminology Server for Clinical Decision Support: A Case-Study Using an Existing Knowledge Base, CDS Hooks and FHIR. *Stud Health Technol Inform.* 2023 May 2;301:125-130. <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/SHTI230025>

28. Stram M, Seheult J, Sinard JH, Campbell WS, Carter AB, de Baca ME, Quinn AM, Luu HS; Members of the Informatics Committee, College of American Pathologists. A Survey of LOINC Code Selection Practices Among Participants of the College of American Pathologists Coagulation (CGL) and Cardiac Markers (CRT) Proficiency Testing Programs. *Arch Pathol Lab Med.* 2020 May;144(5):586-596. <https://doi.org/10.5858/arpa.2019-0276-oa>

29. Margheri A, Masi M, Miladi A, Sassone V, Rosenzweig J. Decentralised provenance for healthcare data. *International Journal of Medical Informatics.* 2020;141:e104197. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104197>

30. Zong N, Stone DJ, Sharma DK, Wen A, Wang C, Yu Y, Huang M, Liu S, Liu H, Shi Q, Jiang G. Modeling cancer clinical trials using HL7 FHIR to support downstream applications: A case study with colorectal cancer data. *Int J Med Inform.* 2021 Jan;145:104308. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1386505620309990>

31. Prud'hommeaux E, Collins J, Booth D, Peterson KJ, Solbrig HR, Jiang G. Development of a FHIR RDF data transformation and validation framework and its evaluation. *J Biomed Inform.* 2021 May;117:103755. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103755>.

32. Gulden C, Blasini R, Nassirian A, Stein A, Altun FB, Kirchner M, Prokosch HU, Boeker M. Prototypical Clinical Trial Registry Based on Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR): Design and Implementation Study. *JMIR Med Inform.* 2021 Jan 12;9(1):e20470. <https://doi.org/10.2196/20470>

33. Gruendner J, Gulden C, Kampf M, Mate S, Prokosch HU, Zierk J. A Framework for Criteria-Based Selection and Processing of Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) Data for Statistical Analysis: Design and Implementation Study. *JMIR Med Inform.* 2021 Apr 1;9(4):e25645. <https://doi.org/10.2196/25645>

34. Lee HA, Kung HH, Udayasankaran JG, Kijsanayotin B, B Marcelo A, Chao LR, Hsu CY. An Architecture and Management Platform for Blockchain-Based Personal Health Record Exchange: Development and Usability Study. *J Med Internet Res.* 2020 Jun 9;22(6):e16748. <https://doi.org/10.2196/16748>

35. Pfaff ER, Champion J, Bradford RL, Clark M, Xu H, Fecho K, Krishnamurthy A, Cox S, Chute CG, Overby Taylor C, Ahalt S. Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) as a Meta Model to Integrate Common Data Models: Development of a Tool and Quantitative Validation Study. *JMIR Med Inform.* 2019 Oct 16;7(4):e15199. <https://doi.org/10.2196/15199>.

36. Odigie E, Lacson R, Raja A, Osterbur D, Ip I, Schneider L, Khorasani R. Fast Healthcare Interoperability

Resources, Clinical Quality Language, and Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms in Representing Clinical Evidence Logic Statements for the Use of Imaging Procedures: Descriptive Study. JMIR Med Inform. 2019 May 13;7(2):e13590. <https://doi.org/10.2196/13590>.

37. Zhang XA, Yates A, Vasilevsky N, Gouridine JP, Callahan TJ, Carmody LC, et al. Semantic integration of clinical laboratory tests from electronic health records for deep phenotyping and biomarker discovery. NPJ Digit Med. 2019;2:32. <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0110-4>.

38. LOINC and SNOMED coding - What does it all mean? - Clinisys. 2015. <https://www.clinisys.com/us/en/insight/loinc-and-snomed-coding-what-does-it-all-mean/>

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Curación de datos: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Análisis formal: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Adquisición de fondos: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Investigación: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Metodología: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Administración del proyecto: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Recursos: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Software: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Supervisión: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Validación: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Visualización: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Redacción - borrador original: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.

Redacción - revisión y edición: Carlos Canova-Barrios, Felipe Machuca-Contreras.