

Conference Paper

Propuesta metodológica de intercambio electrónico de información clínica basada en estándares de telemedicina

Methodological proposal of electronic data interchange and clinical information based on telemedicine standards

P. Moreno¹, G. Bastidas², and P. Moreno³¹Escuela de Gestión del Transporte. Facultad de Administración de Empresas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba²Top Tech Advisors S.A., Quito³Escuela de Ingeniería en Sistemas, Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba

Corresponding Author:

P. Moreno

xavier.moreno@esPOCH.edu.ec

Received: 10 January 2020

Accepted: 17 January 2020

Published: 26 January 2020

Publishing services provided by
Knowledge E

© P. Moreno et al. This article is distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](#), which permits unrestricted use and redistribution provided that the original author and source are credited.

Selection and Peer-review under the responsibility of the VI Congreso Internacional Sectei 2019 Conference Committee.

Resumen

El avance de las tecnologías de la información ha permitido un cambio sustancial en el desarrollo de la Salud, por lo que el uso de estándares de telemedicina como el HL7 y CEN TC 251-13606 permiten que los sistemas de información médica se comuniquen vía mensajes estandarizados facilitando el uso de los mismos. El propósito de este estudio es crear una guía metodológica de intercambio electrónico de información clínica basada en el análisis de los estándares de telemedicina HL7 y CEN TC 251-13606 para mejorar la eficiencia de la gestión de Historias Clínicas de los pacientes. La metodología consta de 2 fases, la primera plantea el diseño e implementación del modelo de referencia de la Historia Clínica Electrónica, el mismo que define entidades necesarias en la construcción de una Historia Clínica Electrónica, en la fase 2 se define la arquitectura de la historia clínica especificando la estructura y semántica del documento mediante el lenguaje XML, el cual se utiliza en los procesos de gestión de las historias clínicas electrónicas dentro del sistema médico desarrollado. Este sistema permite control clínico a distancia facilitando la interacción médico-paciente. El sistema posee una aplicación web, una aplicación de escritorio y una plataforma hardware e-Salud. La aplicación de la metodología planteada mejora la eficiencia de la gestión de historias clínicas, puesto que el 83.32% de los médicos de la clínica consideran que se agiliza el proceso de acceso, creación e ingreso de historias clínicas y reduce recursos en el proceso de control de pacientes domiciliarios.

Abstract: The advance of Information and Communication Technologies has improved Health Care in last years; by providing new ways of accessing medical information. In particular, the use of telemedicine standards such as HL7 and CENTC 251-13606 allows standard communication, integration, and retrieval of electronic health records among medical systems. This article aims to create a methodological guide for the electronic exchange of clinical information based on telemedicine standards in order to improve the efficiency of electronic health records management. The proposed methodology

OPEN ACCESS

consists of two phases: The first one states the design and implementation of the reference model of an electronic health records, which defines entities of the electronic health record. In phase 2, this methodology describes electronic health records architecture. The architecture is defined by the structure and semantics of the document using XML. In order to test the proposed methodology, a medical system was implemented that consists of a web application, desktop application, and hardware platform e-Health. This system allows the electronic exchange of clinical information to ease patient-doctor interaction. The results show 83,32% of doctors at the clinic where the system was tested agree the proposed methodology for electronic exchange improves the efficiency of electronic health records management since it speeds up the process of creation and retrieval of an electronic health records. Moreover, the system reduces resources in the control of home patients.

Palabras clave: Telemedicina, HCE, HL7, CENTC 251-13606, e-Salud.

Keywords: Telemedicine, EHR, HL7, CENTC 251-13606, e-Health.

1. Introducción

Los avances tecnológicos han permitido un cambio sustancial en el desarrollo de diferentes áreas entre ellas el sector de la salud, por lo que hoy en día existe la Telemedicina, que facilita la prestación de servicios médicos a distancia mediante el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los sistemas médicos. Al ser la salud un servicio universal se requiere que los sistemas médicos hagan uso de estándares, que aumenten las oportunidades de mercado, reduzcan el costo de los equipos y servicios para los usuarios. Este argumento es aún más válido para la informática y telemática en el cuidado de la salud, donde a menudo se suministra al mercado productos demasiado personalizados, es decir, caros en desarrollo, costosos para comprar y con un ciclo de vida corto. Además, existe una proliferación de soluciones de intercambio de datos heterogéneas e incompatibles, lo que se traduce en mayores costos de mantenimiento y menor facilidad de uso, en consecuencia, la vinculación de diversos sistemas mediante interfaces estándar ha sido ampliamente reconocida como una necesidad. Los fabricantes de políticas de salud, involucrados en la efectividad médica y en la investigación de servicios de salud, reconocen que el desarrollo de definiciones estándar de datos médicos es esencial (1). Sin un estándar, la escalabilidad y la efectividad están significativamente limitadas. En un entorno basado

en estándares, la necesidad de desarrollo personalizado se reduce significativamente y la integración se puede lograr a gran escala, permitiendo a los desarrolladores de sistemas de información clínica ofrecer a sus clientes la opción de integrarse con uno o más sistemas de información externos a través del mismo mecanismo estándar. (2)

La interoperabilidad semántica de los sistemas de Historias Clínicas Electrónicas (HCE) permite a los profesionales de la salud administrar la HCE completa de los pacientes, independientemente de las instituciones que generan cada sesión clínica, mejorando la calidad y la seguridad de la atención al paciente, la salud pública, la investigación clínica y la gestión de los servicios de salud. A partir del proyecto GEHR (The Good European Health Record) que planteó el diseño de una arquitectura electrónica de salud a fines de los años ochenta, varios países han estado realizando esfuerzos en la digitalización de las HCE. Como consecuencia de esos esfuerzos, se propusieron varias normas de HCE, incluyendo HL7 (Health Level Seven), OpenEHR (Open Electronic Health Record) e ISO EN 13606 (International Organization for Standardization). Las arquitecturas y estándares más avanzados de HCE se basan en la arquitectura dual basada en modelos, que define dos niveles conceptuales: modelo de referencia; y modelo de arquetipo. El modelo de referencia define el conjunto de entidades que forman el genérico de bloques de construcción de la HCE. Este modelo contiene las características no volátiles del registro electrónico de atención médica, por lo que la información clínica se define a este nivel (3). Por otro lado, los arquetipos son especificaciones de datos para conceptos clínicos únicos que van desde datos simples, como la presión arterial, la temperatura o el pulso, hasta datos de nivel complejo como el registro del riesgo de una condición en una historia familiar (4).

Por lo tanto, los estándares para el intercambio electrónico de información clínica HL7, CEN TC 251 (Comité Europeo de Normalización Technical Committee 251), OpenEHR y DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) permiten que los sistemas de información médica se comuniquen vía mensajes estandarizados para facilitar el uso de los mismos. Los estándares permiten normalizar los procesos en el desarrollo de un sistema, y en sistemas médicos se ha vuelto indispensable su uso para el desarrollo de los mismos, debido a que en la actualidad se busca optimizar los servicios médicos para llevar a las instituciones médicas a un mejor futuro. En particular, el estándar HL7 es uno de los más conocidos y a pesar de que su propósito es simplificar las interfaces de comunicación para asegurar la integración e interoperabilidad de sistemas heterogéneos en el área de la salud, pocas instituciones de salud lo han adoptado en ciertas partes del mundo como China (5). Por otra parte, el estándar DICOM principalmente aborda la codificación y comunicación de imágenes. Los informes que

presenta son estructurados y concisos, siendo fáciles de leer, dado que los elementos importantes son resaltados (6) El estándar DICOM define un objeto de información como el conjunto de datos que pueden ser transmitidos y que están organizados en grupos llamados módulos que se caracterizan por reunir datos de elementos relacionados con una misma entidad de información (7).

En la presente investigación se crea una guía metodológica para el intercambio electrónico de información clínica basada en el análisis de los estándares de telemedicina HL7 y CEN TC 251 13606, con el propósito de proveer un sistema médico estandarizado en el manejo eficiente de las historias clínicas de los pacientes. Adicionalmente, se aplica la metodología en un sistema médico que permite el control a distancia facilitando la interacción entre médicos y pacientes, el cual consta de una aplicación web, una aplicación de escritorio y una plataforma hardware e-Salud. El Modelo de Referencia de la HCE (MRHCE) propuesto en la metodología se plasma en la base de datos del sistema y la Arquitectura de la Historia Clínica Electrónica (AHCE) se utiliza en los procesos de gestión de historias clínicas electrónicas.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2, se definen conceptos de telemedicina, así como también se describe las fortalezas de los estándares y se detalla la metodología propuesta para el intercambio electrónico de información clínica. En la sección 3, se presentan los resultados obtenidos mediante pruebas realizadas con el sistema web implementado. Finalmente, en la sección 4 se discute y concluye los resultados de la investigación.

2. Materiales y Métodos

En esta sección se detallan conceptos que serán utilizados a lo largo de este documento, se realiza un análisis comparativo de los estándares existentes para el intercambio electrónico de información clínica. Consiguientemente, se determinan las fortalezas de los estándares HL7 y CENTC 251 para finalmente usarlas como base en la creación de la propuesta metodológica que es aplicada en un sistema médico.

2.1. Preliminares

Esta subsección contiene conceptos base de telemedicina y el análisis comparativo de los estándares utilizados en el intercambio electrónico de información clínica.

2.1.1. Telemedicina

La Telemedicina ha sido definida según la Organización Mundial de la Salud como "El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y accidentes, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven"(8).

En (9) se define a la telemedicina como a la prestación de asistencia sanitaria a distancia, donde las tecnologías de telemedicina han permitido a profesionales de la salud brindar atención médica a pacientes en lugares remotos. Gracias a los avances recientes en videoconferencia y al gran ancho de banda para la transmisión de datos, las aplicaciones de telemedicina incorporan procedimientos complejos y flujos de información con interfaces de usuario más sofisticadas.

2.1.2. Estándares de Telemedicina

Existen estándares utilizados en la telemedicina para compartir información clínica, que se enfocan en el intercambio de:

- Historias clínicas (CEN TC 251 13606, OpenEHR),
- Documentos clínicos (HL7),
- Imágenes médicas (DICOM).

Los estándares además facilitan el acceso y almacenamiento de la información clínica. Por lo cual, al tener un acceso estandarizado a las historias clínicas de forma electrónica posterior a las consultas médicas, brinda una fuente importante de información que posibilita a futuras investigaciones la oportunidad de crear nuevas terapias basada en la información clínica histórica, acelerar el aprendizaje de ciclos de salud, entre otros (10)

En la Tabla 1 se comparan los estándares HL7, CEN TC 251 13606, OpenEHR y DICOM en base a factores que determinan la forma de intercambio de información clínica.

Los estándares HL7, ISO CEN TC 251 13606 y OpenEHR poseen un modelo de referencia que define las entidades requeridas en un documento clínico; en cambio el

TABLE 1: Comparativo de los estándares de Telemedicina

CARACTERISTICAS	ESTANDARES			
	HL7	CEN TC 251 13606	OpenEHR	DICOM
Tiene un modelo de referencia de información	*	*	*	
Posee un modelo de arquetipos		*	*	
Contempla el uso de sintaxis XML	*			
Utiliza principios de orientación a objetos y Lenguaje Unificado	*	*	*	
Uso de codificaciones internacionales	*			*
Definición del formato de fichero	*			*
Estándar específico para la creación de una HCE		*	*	
Especificaciones de seguridad de los datos de una HCE	*	*		
Especificación de intercambio de imágenes clínicas				*

estándar DICOM no especifica un modelo de referencia que es necesario para definir cada uno de los componentes de una historia clínica.

Los estándares HL7 e ISO CEN TC 251 13606 a diferencia de los estándares OpenEHR y DICOM, se preocupan de la especificación de la seguridad que deben tener los documentos clínicos.

Los estándares HL7, ISO CEN TC 251 13606 y OpenEHR poseen principios de orientación a objetos; mientras que el estándar DICOM no utiliza estos principios debido a que se enfoca en definir los protocolos de comunicación y no en los objetos que conforman una historia clínica.

El estándar HL7 usa documentos XML en la definición de la estructura y semántica de los documentos clínicos, lo que facilita el intercambio de información entre sistemas diferentes, generando interoperabilidad; mientras los estándares OpenEHR e ISO CEN TC 251 13606 usan un modelo de arquetipos que se define mediante ADL(Lenguaje de Definición de Arquetipos) que no posee soporte directo a ontologías médicas formales siendo un impedimento para proporcionar una interoperabilidad semántica entre sistemas.

A partir de la comparación realizada se determina que los estándares más adecuados para la investigación son el HL7 y el ISO CEN TC 251 13606, en los cuales se basa la metodología de intercambio electrónico de información clínica. A continuación, se detallan los dos estándares seleccionados.

Estándar HL7

HL7 es una organización sin fines de lucro que desarrolla estándares que minimizan las incompatibilidades entre sistemas de información en salud, permitiendo la interacción y el intercambio productivo de datos entre aplicaciones heterogéneas, independientemente de su plataforma tecnológica o de su lenguaje de desarrollo. Esta iniciativa comenzó en 1987 en base a la necesidad de normalizar las interfaces entre los múltiples sistemas heterogéneos de información, y rápidamente se convirtió en el estándar de facto para el intercambio electrónico de datos clínicos y administrativos en los Servicios de Salud de los Estados Unidos. (11)

Un componente fundamental en el estándar es el Clinical Document Architecture (CDA) que surge para dar respuesta a la necesidad de intercambio de historias clínicas electrónicas de manera estandarizada entre sistemas. El documento HL7 CDA especifica la estructura y semántica de un documento clínico con el propósito de intercambio mediante un documento XML (12). Se compone de una cabecera "CDA Header" y un cuerpo "CDA Level One Body". La cabecera permite identificar, clasificar al documento y provee de información del paciente, proveedores, autenticación y las relaciones del documento con órdenes. El cuerpo en cambio contiene la información clínica del sujeto del documento, por lo general de un paciente (13). El CDA provee un estado de confidencialidad de información para ayudar a los sistemas en la gestión del acceso a los datos sensibles. El estado de confidencialidad puede aplicarse a todo un documento o a un segmento específico del documento. (13)

Otro componente importante es el Modelo de Información de Referencia (RIM) creado para los datos de atención de la salud. Este modelo está basado en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) (14) y se compone de un conjunto genérico de clases a partir de las cuales se derivan las clases de salud más específicas.

Estándar CEN TC 251 13606

El objetivo general del estándar es definir una arquitectura rigurosa y estable de información para comunicar una parte o la totalidad de la HCE de un solo paciente. De esta forma es posible crear interoperabilidad de sistemas y componentes que necesitan comunicar (acceder, transferir, añadir o modificar) datos de una HCE a través de mensajes electrónicos. (15,16) El estándar plantea un modelo dual, compuesto del modelo de referencia y el modelo de arquetipos (17).

La primera parte 13606-1 del estándar CEN TC 251 13606 se refiere al modelo de referencia, el cual se encarga de representar las características globales de los componentes de las historias clínicas. El modelo define el conjunto de clases que forman los bloques de construcción genéricos de las HCE, los cuales reflejan las características estables de una historia clínica electrónica. (15, 18)

La segunda parte 13606-2 del estándar CEN TC 251 13606 se refiere al modelo de arquetipos en donde se especifica los metadatos utilizados para definir los patrones de las características específicas de los datos clínicos que representan los requerimientos de cada profesión particular, especialidad o servicio. (18,19)

2.2. Análisis Descriptivo de las fortalezas de los Estándares HL7 y CEN TC 251 13606

En esta sección se describen las fortalezas de los Estándares HL7 y CEN TC 251 13606, las mismas que son la referencia en la creación de la guía metodológica de intercambio electrónico de información clínica.

Realizado el análisis del estándar HL7, sus fortalezas son:

HL7 --a) El estándar HL7 es el estándar más utilizado a nivel mundial, y al estar orientado a normalizar el intercambio electrónico de información clínica permite que los sistemas médicos desarrollados con este estándar incrementen su interoperabilidad, ya sea entre sistemas de una misma institución médica e incluso permite la comunicación entre sistemas de instituciones de salud diferentes.

HL7 --b) El estándar HL7 define un modelo de referencia de información RIM que hace uso de diagramas de UML, lo que facilita la comprensión del modelo y de cada una de las clases que lo componen.

HL7 --c) El RIM define un conjunto de clases principales y subclases siendo estas opcionales según la necesidad del usuario al momento de implementar el estándar.

HL7 --d) El documento CDA del estándar HL7 se basa en el formato XML, lo cual ayuda a que el documento clínico se encuentre estructurado, validado y restringido mediante un esquema de definición del tipo de documento (DTD) XML.

HL7 --e) Este estándar integra terminologías médicas universales como LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes) y SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine), utilizadas para registros de salud electrónicos, lo que permite tener dominios de vocabularios médicos usados en la mayoría de los países del mundo.

HL7 --f) El CDA del estándar HL7 permite realizar una legalización del documento y mantener un estado de confidencialidad de acceso al mismo.

HL7 --g) El estándar HL7 muestra una correlación directa entre el CDA y el RIM, por lo que los elementos XML de la arquitectura del documento clínico se basan o hacen referencia a una clase o subclase del Modelo de Referencia, facilitando la interpretación del documento.

HL7 --h) Actualmente existe una versión libre del estándar, lo que permite la descarga gratuita de los documentos de implementación del mismo, además es independiente de la plataforma y tecnología usada en el desarrollo de un software.

Las fortalezas del Estándar CEN TC 251 13606 son las siguientes:

CEN 13606 --a) La principal fortaleza de este estándar es su resistencia a cambios y que es ampliable gracias a su modelo de arquetipos sin la necesidad de realizar modificaciones sobre el modelo de referencia, el cual es estable.

CEN 13606 --b) Posibilidad de reutilizar los arquetipos, debido a que se puede definir primero un arquetipo genérico y después a partir de ese se puede definir un arquetipo especializado a un dominio más específico, pero manteniendo siempre una compatibilidad semántica entre ellos. Los arquetipos también pueden agregarse, debido a que se puede construir un arquetipo complejo utilizando definiciones de otros arquetipos específicos.

CEN 13606 --c) Este estándar plantea un modelo dual que permite separar la información que no va a cambiar de una HCE en el tiempo mediante el modelo de referencia y los conceptos médicos que puede variar mediante el modelo de arquetipos.

CEN 13606 --d) El estándar establece un conjunto de clases opcionales en el modelo de referencia que dan libertad al usuario de implementar solo las necesarias para un sistema específico de manejo de HCE.

CEN 13606 --e) El modelo de arquetipos puede establecer restricciones sobre el modelo de referencia, pero estas no pueden sobreponerse a las restricciones previamente establecidas por el modelo de referencia, asegurando de esta forma la integridad de la información.

CEN 13606 --f) El estándar permite organizar la información de las historias clínicas para facilitar su manejo y comprensión mediante carpetas y secciones que se especifican en el modelo de referencia, estos dos componentes organizan la información por visita clínica y por la atención prestada.

CEN 13606 --g) El estándar mantiene niveles de seguridad sobre la información que se maneja, debido a que existe un gran número de usuarios potenciales de los datos de una HCE. Mediante un modelo de control de acceso se puede permitir o restringir el acceso a una persona basándose en el rol que desempeña.

2.3. Metodología de intercambio electrónico de información clínica basada en estándares de telemedicina

En esta sección se describe la metodología propuesta para el intercambio electrónico de información clínica (21). La metodología se encuentra basada en las fortalezas de los estándares analizados en la sección anterior.

La metodología se describe en dos fases, cada fase con subfases como se muestra en la Fig. 1.



Figure 1: Metodología de intercambio de información clínica

2.3.1. Fase I: Implementación del Modelo de Referencia de la Historia Clínica

En esta fase se define el diseño e implementación del Modelo de Referencia (MRHCE). El modelo de referencia de la metodología planteada se basa en el modelo de referencia del estándar CEN TC 251, el mismo que define las entidades necesarias en la construcción de una historia clínica electrónica, por lo que contiene entidades como paciente, profesional de la salud, la organización y dependencia donde se emite la HCE y cada uno de los componentes de los cuales se conforma, siendo estos: composiciones, entidades y elementos. El modelo está compuesto por 12 entidades agrupadas en tres paquetes: HCE, Ubicación e Involucrados como se muestra en la Fig. 2.

El paquete HCE representa la estructura jerárquica de una historia clínica electrónica. Está compuesto por la entidad Composición, Entrada, Tipo_Entrada, Elemento, Elemento_Entrada e Historia_Clínica_Electrónica. La entidad Composición representa un encuentro clínico entre un paciente y un médico en una fecha y hora determinada.

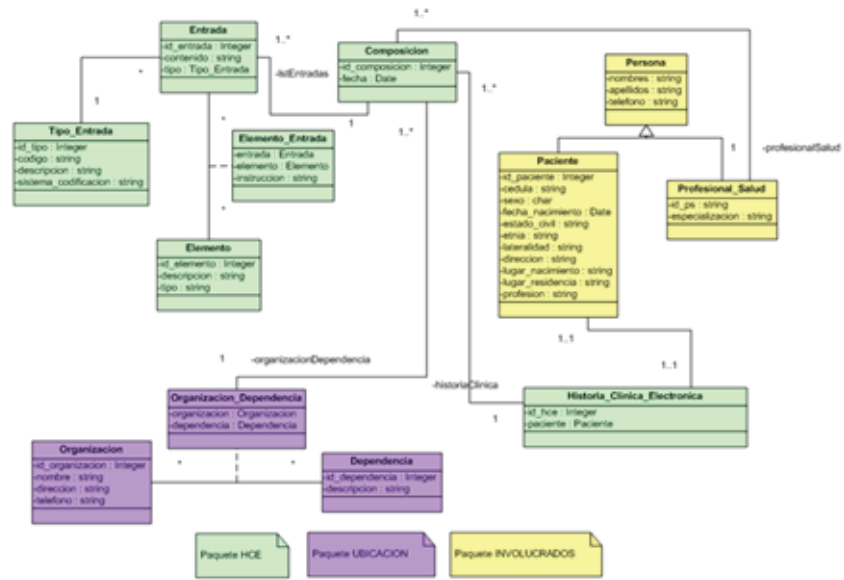


Figure 2: Modelo de Referencia de la HCE

Esta entidad se relaciona con otras entidades de los otros paquetes para determinar el profesional de la salud que presto el servicio médico, la historia clínica a la que se anexa la composición, la organización y dependencia en donde se realizó la composición y las entradas que se desarrollaron en el encuentro médico. La entidad Entrada representa la información clínica registrada de un paciente en un encuentro médico. Esta entidad se relaciona con otras entidades del paquete HCE para conocer el tipo de información que contiene una entrada, por ejemplo, para determinar la información de antecedentes patológicos familiares o para conocer si una entrada posee o no elementos que pueden ser exámenes o medicamentos. La entidad Tipo_Entrada representa el tipo de información que contiene una entrada, por lo que permite la clasificación de las entradas por antecedentes patológicos familiares, antecedentes patológicos quirúrgicos, motivo de la consulta, entre otros. La entidad Elemento representa un componente que se puede encontrar dentro de una entrada como por ejemplo un medicamento, un examen o los signos vitales de un paciente. La entidad Elemento_Entrada representa la relación entre una entrada y un elemento. La entidad Historia_Clínica_Electrónica representa la HCE de un paciente. En la Tabla 2 se describe los atributos de cada entidad.

El paquete UBICACIÓN representa la información del lugar donde se genera una historia clínica electrónica o dónde se añade un nuevo registro a una historia clínica electrónica existente. Este paquete está compuesto de las entidades Organización, Dependencia y Organización_Dependencia. La entidad Organización representa a una institución de la salud. La entidad Dependencia a un departamento o dependencia dentro de una institución de la salud. La entidad Organización_Dependencia representa

TABLE 2: Atributos de Entidades del Paquete HCE

ENTIDAD	ATRIBUTOS		
	Nombre	Tipo de dato	Documentación
Composición	id_composicion	Integer	Identificador único para la composición.
	Fecha	Date	Fecha en la que se realizó una composición
Entrada	id_entrada	Integer	Identificador único de una entrada
	Contenido	String	Descripción de la entrada.
	Tipo	Tipo_Entrada	Tipo de entrada registrada.
Tipo_Entrada	id_tipo	Integer	Identificador único de un tipo de entrada
	Código	String	Código definido por el Sistema de Codificación Utilizado
	Descripción	String	Descripción del tipo de entrada
	sistema_codificacio	String	Sistema de codificación utilizado para definir el tipo de entrada.
Elemento	id_elemento	Integer	Identificador único de un elemento
	Descripción	String	Detalle del elemento
	Tipo	String	Tipo del elemento
Elemento_Entrada	entrada	Entrada	Entrada que se relaciona con un elemento
	elemento	Elemento	Elemento que se relaciona con una entrada
	instruccion	String	Descripción de la instrucción específica de un elemento.
Historia_Clinica_Elect	id_hce	Integer	Identificador único de una historia clínica electrónica
	paciente	Paciente	Paciente al que pertenece la Historia Clínica

la pertenencia de una dependencia a una organización. Los atributos de cada entidad se detallan en la Tabla 3.

El paquete INVOLUCRADOS representa a las personas que ofrecen y reciben un servicio médico en una institución de salud. Hay tres opciones para implementar las entidades de este paquete: como una sola entidad denominada Persona, como dos entidades Paciente y Profesional_salud o como tres entidades Persona, Paciente y Profesional_salud. La entidad Persona incluye los datos comunes en paciente y profesional de la salud, por ejemplo, nombre y apellido. La entidad Paciente posee toda la información relevante de un paciente dentro de una institución de salud. La entidad Profesional_salud permite identificar a un profesional de la salud que estará

TABLE 3: Atributos de Entidades del Paquete UBICACIÓN

ENTIDAD	ATRIBUTOS		
	Nombre	Tipo de dato	Documentación
Organización	id_organizacion	Integer	Identificador único de una organización.
	Nombre	String	Nombre de la organización.
	Dirección	String	Dirección de la organización.
	Teléfono	String	Número telefónico de contacto de la organización.
Dependencia	id_dependencia	Integer	Identificador único de una dependencia.
	Descripción	String	Descripción de la dependencia.
Organización_ Dependencia	Organización	Organización	Organización a la cual se le asocia una o varias dependencias
	Dependencia	Dependencia	Dependencia que existe en una o varias organizaciones.

encargado de realizar las historias clínicas de los pacientes. La tabla 4 describe los atributos de las entidades de este paquete.

Una vez definido el modelo de referencia se procede a crear una base de datos usando el mismo para permitir el almacenamiento de la información de la HCE de una manera estructurada.

2.3.2. Fase II: Arquitectura de la Historia Clínica

La Arquitectura de una Historia Clínica Electrónica (AHCE) se define basada en el CDA del estándar HL7, puesto que el CDA es un documento XML que especifica la estructura y semántica de un documento clínico, y se deriva del modelo de referencia RIM. La AHCE se codifica en documentos XML derivándose del modelo de referencia planteado en la metodología Fase I. Los documentos XML facilitan el intercambio de información, todo documento XML se valida mediante un DTD (document type definition).

El DTD se compone de las etiquetas ELEMENT y ATTLIST, las mismas que se detallan en la Tabla 5.

A continuación, se muestra la estructura planteada del DTD:

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<!ELEMENT historiaclinica (historia_clinica_body|historia_clinica_header)*>
<!ELEMENT historia_clinica_header (pacientelidentificador_hce)*>
<!ELEMENT identificador_hce (#PCDATA)>
```

TABLE 4: Atributos de Entidades del Paquete INVOLUCRADOS

ENTIDAD	ATRIBUTOS		
	Nombre	Tipo de dato	Documentación
Persona	Nombres	String	Nombres de la persona.
	Apellidos	String	Apellidos de la persona.
	Teléfono	String	Número telefónico de la persona.
Paciente	id_paciente	Integer	Identificador único de un paciente.
	Cedula	String	Identificador personal del paciente.
	Sexo	String	Género del paciente
	fecha_nacimiento	Date	Fecha de nacimiento del paciente.
	estado_civil	String	Estado civil del paciente.
	Etnia	String	Etnia del Paciente.
	Lateralidad	String	Lateralidad del Paciente.
	Dirección	String	Dirección del domicilio del Paciente.
	Teléfono	String	Número telefónico del paciente.
	lugar_nacimiento	String	Lugar de Nacimiento del paciente.
lugar_residencia	String	Lugar de Residencia del Paciente.	
Profesional_Salud	Profesión	String	Ocupación profesional del paciente.
	id_ps	String	Identificador único de un médico, puede ser la cédula.
	especializacion	String	Especialidad del médico.

TABLE 5: Etiquetas DTD para HCE

ETIQUETA	DESCRIPCIÓN	TIPO	VALOR
ELEMENT	Elemento xml	#PCDATA: Define elementos XML de contenido mixto. (20)	
ATTLIST	Atributo del elemento	NMTOKEN: El dato es un nombre de XML válido. (20) CDATA: El dato es un caracter.	#REQUIRED: Atributo requerido #IMPLIED: Atributo opcional

<!ELEMENT paciente (#PCDATA |profesión |teléfono |cedula |nombres |apellidos |sexo |fechaNac |estadoCivil |etnia |religión |lateralidad |lugarNacimiento |lugarResidencia |direccion)*>

<!ATTLIST paciente id NMTOKEN #REQUIRED >

<!ELEMENT cedula (#PCDATA)>

<!ELEMENT nombres (#PCDATA)>

<!ELEMENT apellidos (#PCDATA)>

```
<!ELEMENT sexo (#PCDATA)>
<!ELEMENT fechaNac (#PCDATA)>
<!ELEMENT estadoCivil (descripcion)*>
<!ATTLIST estadoCivil id NMTOKEN #IMPLIED >
<!ELEMENT descripcion (#PCDATA)>
<!ELEMENT etnia (descripcion)*>
<!ATTLIST etnia id NMTOKEN #IMPLIED>
<!ELEMENT religion (#PCDATA)>
<!ELEMENT lateralidad (#PCDATA)>
<!ELEMENT lugarNacimiento (#PCDATA)>
<!ELEMENT lugarResidencia (#PCDATA)>
<!ELEMENT direccion (#PCDATA)>
<!ELEMENT telefono (#PCDATA)>
<!ELEMENT profesion (#PCDATA)>
<!ELEMENT historia_clinica_body (composicion)+>
<!ELEMENT composicion (entradaldependencialorganizacion|profesionalSalud)+>
<!ATTLIST composicion id CDATA #REQUIRED fecha CDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT profesionalSalud (especialidadlapellidosnombres)*>
<!ATTLIST profesionalSalud id CDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT especialidad (#PCDATA)>
<!ELEMENT organizacion (telefonoldireccionlnombre)*>
<!ELEMENT nombre (#PCDATA)>
<!ELEMENT dependencia (descripcion)*>
<!ELEMENT entrada (elementolcontenidoltipo_entrada)*>
<!ATTLIST entrada id_tipo CDATA #REQUIRED id CDATA #REQUIRED >
<!ELEMENT tipo_entrada (#PCDATA)>
<!ATTLIST tipo_entrada codigo CDATA #IMPLIED codificacion CDATA #IMPLIED >
<!ELEMENT contenido (#PCDATA)>
<!ELEMENT elemento (#PCDATA)>
<!ATTLIST elemento indicacion CDATA #IMPLIED tipo NMTOKEN #REQUIRED >
```

Para especificar el DTD en el documento XML se debe usar la siguiente etiqueta:

```
<!DOCTYPE historiaclinica SYSTEM "DocumentTypeDefinition.dtd" >
```

, donde "DocumentTypeDefinition.dtd" especifica el DTD del documento, es decir el nombre o la ruta en la que se encuentra el DTD creado.

Una vez definido el DTD, se tiene la siguiente estructura básica de la AHCE:

El elemento `<historiaclinica>` es el elemento raíz de la AHCE y contiene una cabecera `<historia_clinica_header>` que especifica la información de la HCE y del paciente, además posee un cuerpo `<historia_clinica_body>` que contiene la información clínica como se muestra en la Fig. 3.



Figure 3: Estructura General AHCE

La cabecera permite identificar al documento. La sintaxis de la cabecera se muestra en la Fig. 4.

```

<!--CABECERA DEL DOCUMENTO-->
<historia_clinica_header>
  <identificador_hce> </identificador_hce>
  <paciente id="">
    <cedula> </cedula>
    <nombrres> </nombrres>
    <apellidos> </apellidos>
    <sexo></sexo>
    <fechaNac></fechaNac>
    <estadoCivil id="">
      <descripcion></descripcion>
    </estadoCivil>
    <etnia id="">
      <descripcion> </descripcion>
    </etnia>
    <religion> </religion>
    <lateralidad> </lateralidad>
    <lugarNacimiento> </lugarNacimiento>
    <lugarResidencia> </lugarResidencia>
    <direccion> </direccion>
    <telefono> </telefono>
    <profesion> </profesion>
  </paciente>
</historia_clinica_header>

```

Figure 4: Sintaxis de la Cabecera AHCE

El cuerpo del documento está compuesto por elementos `<composicion>` los cuales describen el resultado y el entorno del servicio médico. La sintaxis del cuerpo del documento se muestra en la Fig. 5.

El elemento `<profesionalSalud>` registra el médico que ofreció el servicio de salud, permitiendo llevar un control de los autores de la composición. El elemento `<organizacion>` registra la institución de salud en la cual se ofrece los servicios


```
<!--CUERPO DEL DOCUMENTO-->
<historia_clinica_body>
  <composicion fecha="" id="">
    <profesionalSalud id="">
      <nombres></nombres>
      <apellidos></apellidos>
      <especialidad></especialidad>
    </profesionalSalud>
    <organizacion>
      <nombre> </nombre>
      <direccion></direccion>
      <telefono></telefono>
    </organizacion>
    <dependencia>
      <descripcion></descripcion>
    </dependencia>
    <entrada id="" id_tipo="">
      <tipo_entrada codificacion="" codigo="">
        <contenido></contenido>
      </tipo_entrada>
    </entrada>
  </composicion>
</historia_clinica_body>
```

Figure 5: Sintaxis General del Cuerpo AHCE

médicos. El elemento *<dependencia>* registra el departamento o dependencia de la institución de salud, por ejemplo, Cardiología. El elemento *<entrada>* registra la información clínica de un paciente en la HCE, contiene un *<tipo_entrada>* y *<contenido>* de forma obligatoria, y puede o no contener uno o varios componentes *<elemento>*. El elemento *<tipo_entrada>* contiene un texto plano que define a la entrada, posee el atributo Codificación que indica el sistema de codificación reconocido por HL7 tal como LOINC o SNOMED y el atributo Código que es definido por el estándar HL7. Los tipos de entrada de una HCE son 9 y se encuentran definidos por un dominio de vocabulario para *<tipo_entrada>* especificado en la Tabla 6, el cual hace referencia al elemento *<caption_cd>* del documento CDA del estándar HL7.

TABLE 6: Dominio de Vocabulario para *<tipo_entrada>*

ID	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SISTEMA DE CODIFICACIÓN
1	MOTIVO DE LA CONSULTA	10154-3	LOINC
2	ENFERMEDAD ACTUAL	0	ND
3	ANTECEDENTES PATOLÓGICOS PERSONALES	10156-8	LOINC
4	ANTECEDENTES PATOLÓGICOS FAMILIARES	10157-6	LOINC
5	ANTECEDENTES QUIRÚRGICOS	10167-5	LOINC
6	ALERGIAS	10155-0	LOINC
7	EXAMEN FÍSICO	11384-5	LOINC
8	DIAGNÓSTICO	0	ND
9	TRATAMIENTO	0	ND

Finalmente, el elemento <contenido> registra la descripción de la entrada.

2.4. Aplicación de la Metodología Propuesta en el Sistema Médico para control de pacientes domiciliarios

En esta sección se detalla la aplicación de la metodología propuesta para el intercambio electrónico de información clínica en el desarrollo de un sistema web médico para control de pacientes domiciliarios el mismo que fue probado en la clínica Riobamba.

Mediante el Sistema Web Médico se permite controlar a pacientes domiciliarios vía online, utilizando sensores biométricos no invasivos para la toma de signos vitales a través de la plataforma hardware e-Salud, la misma que envía la información al computador del paciente, el cual posee una aplicación de escritorio desarrollada en Java que permite almacenar la información en un servidor de base de datos, para poder ser visualizada por los médicos a través de la aplicación web. La aplicación web se basa en la metodología de intercambio electrónico de información clínica y fue desarrollada en el lenguaje de programación Java con JSP y JSF. El flujo de envío y recepción de la información de la HCE de un paciente se muestra en la Fig. 6. La clínica Riobamba va a controlar a pacientes domiciliarios vía online, utilizando sensores biométricos no invasivos para la toma de signos vitales a través de la plataforma hardware e-Salud, que envía la información al computador del paciente, el cual posee una aplicación de escritorio que permite almacenar en el servidor de base de datos que se encuentra en Internet. Una vez que los datos se encuentran en el servidor, pueden ser visualizados por dispositivos electrónicos (laptops, smartphones, tablets, etc) con acceso a Internet mediante la aplicación web médica, brindando disponibilidad total de la información clínica sin importar la ubicación geográfica en la que se encuentren los médicos. La aplicación web médica también permite la creación, acceso e inserción de nuevos registros a una historia clínica electrónica.



Figure 6: Metodología de intercambio de información clínica

El diseño del sistema médico está compuesto por el diseño de la base de datos basado en el Modelo de Referencia MRHCE (Fase 1 de la metodología planteada) y el

diseño de la arquitectura del sistema. La Tabla 7 muestra la correlación entre las tablas de la base de datos y las entidades del modelo de referencia implementadas para este sistema. Para la administración, integridad y manejo del sistema, se agregaron las tablas usuario, etnia, estado_civil y signos_vitales.

TABLE 7: Correlación entre las tablas de la base de datos y las entidades del modelo de referencia

TABLA	ENTIDAD DEL MRHCE
Composición	<i>Composicion</i>
Entrada	<i>Entrada</i>
tipo_entrada	<i>Tipo_Entrada</i>
Elemento	<i>Elemento</i>
elemento_entrada	<i>Elemento_Entrada</i>
Organización	<i>Organizacion</i>
Dependencia	<i>Dependencia</i>
organización_dependencia	<i>Organización_Dependencia</i>
historia_clinica	<i>Historia_Clinica_Electronica</i>
Paciente	<i>Paciente</i>
profesional_salud	<i>Profesional_Salud</i>
-	<i>Persona</i>
estado_civil	-
Etnia	-
signos_vitales	-
Usuario	-

El sistema consta de una aplicación web compuesta de los módulos: Médico, Paciente y Administrador; y una aplicación de escritorio compuesta de los módulos: Autenticación y Serial. La AHCE que corresponde a la fase 2 de la metodología se encuentra aplicada en los módulos de Paciente y Médico. Específicamente, en el módulo Médico, cuando se crea una historia clínica, el sistema almacena la información en la base de datos y genera un documento XML, el cual hace uso de la AHCE y DTD de la guía metodológica, este documento es el que permite el intercambio de información clínica entre distintos sistemas médicos. En el módulo Paciente, se permite a los pacientes visualizar cierta información de su historia clínica obtenida desde el documento XML-AHCE, por ejemplo, el tratamiento indicado por el médico.

La Fig. 7. muestra la pantalla para agregar visita médica. Mientras que la toma de signos vitales mediante la plataforma e-Salud se muestra en la Fig. 8.



Figure 7: Ventana Agregar Visita

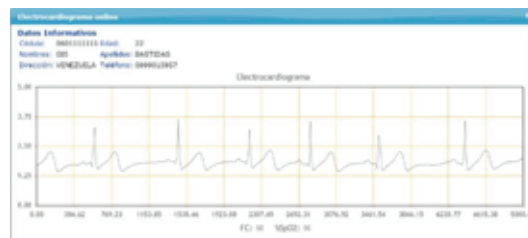


Figure 8: Toma de Signos Vitales

3. Resultados y Discusión

La gestión de las historias clínicas se basa en tres procesos principales que son Creación, Acceso e Inserción de nuevos registros de información clínica, a su vez requiere un correcto almacenamiento y autorización de visualización, puesto que el acceso a este tipo de documento clínico debe ser restringido.

Para realizar el análisis de resultados se definió el procedimiento que se presenta en la Fig. 9.

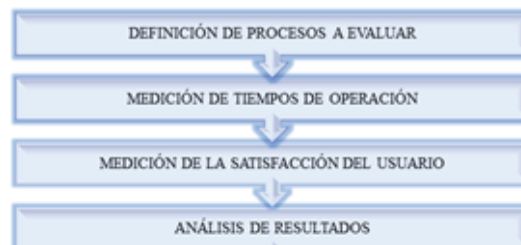


Figure 9: Procedimiento del Análisis de Resultados

Se definieron los siguientes procesos y criterios para su evaluación:

- Proceso de acceso y visualización
- Proceso de creación
- Proceso de inserción de nuevos registros

- Proceso de control de pacientes domiciliarios
- Criterios de seguridad y control de acceso al documento clínico.

La medición de tiempos de operación se realizó mediante la observación de cada uno de los procesos de gestión de las historias clínicas que realizan los médicos en un encuentro clínico, de esta forma se definió la línea base del análisis y los resultados. También se realizó la toma del tiempo requerido en cada uno de los procesos analizados mediante un cronómetro, registrándose los tiempos de creación, visualización y actualización de una Historia Clínica; así como el tiempo de visita clínica a un paciente domiciliario.

Para medir la satisfacción del usuario referente al sistema médico implementado se utilizó como instrumentos: la encuesta basada en la escala de Likert y la entrevista. Las cuales fueron aplicadas a 4 médicos de la Clínica Riobamba encargados de la gestión de las historias clínicas. Los tiempos de creación, visualización y actualización de una Historia Clínica fueron tomados para 30 pacientes.

Se recibió una respuesta positiva por parte de los médicos referente a la agilización del proceso de creación, visualización y actualización de las historias clínicas, debido a que el tiempo en promedio de gestión de una historia clínica de forma electrónica fue menor al tiempo requerido para la gestión de la misma de forma manual. Los médicos consideraron que la diferencia entre el tiempo necesario para la creación de una historia clínica de forma electrónica y manual puede incrementar con la familiarización en el manejo de la computadora por parte del personal médico. Adicionalmente, los médicos consideran que la mejora actual del 20.5% en el tiempo de creación de una historia clínica por paciente ya genera un proceso más ágil cuando el número de pacientes es alto. La Tabla 8 muestra los tiempos promedios obtenidos durante la gestión de las historias clínicas de los pacientes.

TABLE 8: Tiempo de Gestión de historias clínicas con sistema vs. manual

PROCESO	MANUAL	CON SISTEMA
	Tiempo Promedio (minutos)	Tiempo Promedio (minutos)
Tiempo de creación	10	7.95
Tiempo de visualización	5	3
Tiempo de actualización	5	2
Tiempo de atención a domicilio	35	10

La tabla 9. muestra los resultados obtenidos durante las encuestas realizadas a cuatro médicos de la clínica Riobamba, considerando la valoración en la escala de Likert en

relación con los procesos evaluados en este estudio. El porcentaje representa el aporte de cada uno de los procesos al total de la valoración en la escala que se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje del proceso} = \frac{Fa}{N_M} \times \frac{1}{N_P} \times 100\%$$

Donde: Fa = Frecuencia Absoluta de Médicos, N_M = Número total de médicos y N_P = Total de Procesos. En este estudio N_M corresponde a 4 médicos y N_P corresponde a 9 procesos evaluados

TABLE 9: Tabla resumen de Resultados

Procesos	Totalmente de acuerdo		De acuerdo		Indiferente		En desacuerdo		Totalmente en desacuerdo	
	Fa	%	Fa	%	Fa	%	Fa	%	Fa	%
Acceso HCE	4	11.11	0	0	0	0	0	0	0	0
Creación HCE	3	8.33	1	2.78	0	0	0	0	0	0
Ingreso HCE	3	8.33	1	2.78	0	0	0	0	0	0
Control Web	3	8.33	1	2.78	0	0	0	0	0	0
Control sin Movilización	4	11.11	0	0	0	0	0	0	0	0
Seguridad HCE	4	11.11	0	0	0	0	0	0	0	0
Pérdida de HCE	2	5.56	2	5.56	0	0	0	0	0	0
Reducción de recursos	3	8.33	1	2.78	0	0	0	0	0	0
Toma de signos vitales	4	11.11	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		83.32		16.68						

El resumen de los resultados obtenidos durante las encuestas y entrevistas referente a la gestión de las historias clínicas, así como también a la reducción de recursos y toma de signos vitales de pacientes domiciliarios se muestra en la Fig. 10. Estos resultados indican que el 83.32% del personal médico de la Clínica Riobamba está totalmente de acuerdo y el 16,68% se encuentra de acuerdo en que existe mejora de la eficiencia en el manejo de una HCE, puesto que consideran que el Sistema Médico de Control de Pacientes Domiciliarios basado en la metodología de intercambio electrónico de información clínica ha agilizado el proceso de acceso, creación e ingreso de las historias clínicas de los pacientes, debido a que automatiza la búsqueda de la información clínica y permite crear e ingresar una historia clínica de manera electrónica en un documento XML-AHCE basado en el modelo de referencia de la HCE, a su vez en cada registro de una Historia Clínica Electrónica se crea al médico como autor y responsable de la

información registrada. Las historias clínicas son reservadas, por lo que el sistema lleva un control de acceso mediante la autenticación de médicos y pacientes, restringiendo dicha información clínica según el rol del usuario. Además, permite llevar un control de los pacientes domiciliarios gracias a la toma de signos vitales a través de los sensores biométricos conectados a la plataforma hardware e-Salud sin la necesidad de acudir al domicilio del paciente y da la posibilidad de visualizar esta información mediante la Web en tiempo real.

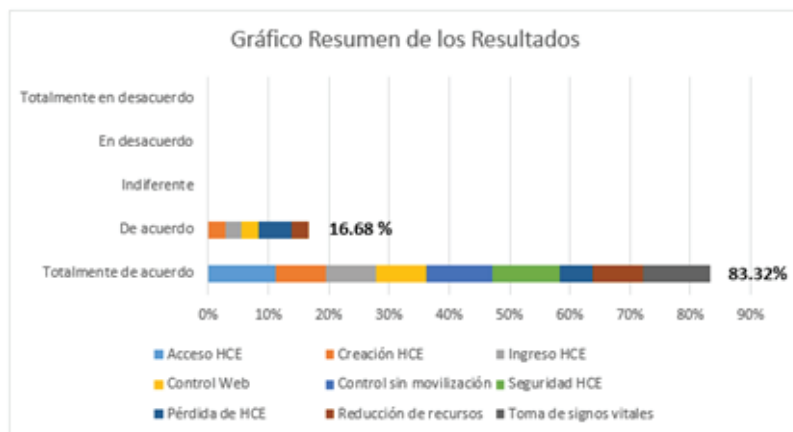


Figure 10: Gráfico de Resultados Obtenidos

Basándose en los resultados estadísticos obtenidos (Fig. 11) se ha determinado una aceptación del sistema propuesto por parte de los médicos de la Clínica Riobamba, dado que la moda encontrada de los datos tomados por las encuestas es 5, lo que representa que están Totalmente de acuerdo según la escala de Likert. En promedio la opinión de los médicos se ubica en 4.83 (tendiendo a Totalmente de acuerdo). Asimismo, se desvían de 4.83, en promedio 0.06377 unidades de la escala. Ningún médico calificó al Sistema de manera desfavorable, por lo que los resultados tienden a ubicarse en valores elevados, lo que indica que la utilización de la metodología de intercambio electrónico de información clínica en la implementación de una aplicación médica mejorará la eficiencia de la gestión de las Historias Clínicas en la Clínica Riobamba.

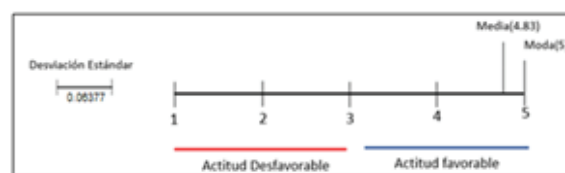


Figure 11: Interpretación Gráfica de los Resultados Estadísticos

En general, los resultados muestran que se obtuvo una mejora en la eficiencia de los procesos de gestión de historias clínicas en la Clínica Riobamba, gracias al uso de

un sistema médico implementado en base a la metodología propuesta en este estudio. Cabe recalcar que el uso de esta metodología permite la interoperabilidad entre diversos sistemas dado que se encuentra basada en estándares internacionales de intercambio electrónico de información clínica. En este estudio, dicha interoperabilidad se ve reflejado en la integración del sistema de gestión de historias clínicas con la plataforma e-Salud que sirvió para la toma de signos vitales mediante el uso de sensores, lo cual facilitó la gestión de historias clínicas de pacientes domiciliarios. Actualmente, la plataforma e-salud permite tomar datos de los pacientes referente a la saturación de oxígeno de la sangre, el pulso y realizar electrocardiogramas. Para poner en producción el sistema será necesario implementar sensores biométricos que permitan la toma de temperatura, presión arterial, glucosa, dado que estos datos son importantes al momento de llevar un control de pacientes domiciliarios y permitir un tratamiento adecuado de acuerdo con su patología. No obstante, el incremento de estos sensores en la plataforma e-Salud es transparente para el sistema de gestión de historias clínicas basado en la metodología propuesta debido a que la creación de la historia clínica se encuentra basada en un documento XML-AHCE lo cual permitirá el intercambio de información electrónica de los datos obtenidos mediante nuevos sensores con el uso de un nuevo elemento en el documento demostrando los beneficios de la estandarización de la gestión de historias clínicas.

Adicionalmente, se debe promover la implementación de la metodología en sistemas existentes o nuevos para promover el intercambio electrónico de información clínica y realizar un análisis sobre las mejoras que se pueden aplicar en la metodología basado en su uso.

4. Conclusiones

El análisis de los estándares HL7, CEN TC251 13606 utilizados para el intercambio de información clínica en telemedicina ha permitido determinar las fortalezas de los estándares referidos en las que se encuentra basada la guía metodológica de intercambio electrónico de información clínica.

La guía metodológica propuesta para el intercambio electrónico de información clínica permite la gestión de las historias clínicas de los pacientes a través de documentos XML basados en la arquitectura AHCE, la misma que define la estructura y semántica necesaria en una historia clínica a partir del modelo de referencia de la HCE. Consecuentemente, los documentos XML-AHCE que definen las historias clínicas

pueden ser compartidos con otros sistemas médicos sin la necesidad de tener implementado el mismo modelo físico en la base de datos y también pueden ser creados por otro sistema médico que implemente la metodología propuesta, permitiendo el intercambio de información clínica.

La implementación de un sistema médico basado en la metodología propuesta de intercambio electrónico de información clínica permitió determinar mediante las pruebas realizadas y los resultados obtenidos que se mejora la eficiencia de la gestión de las historias clínicas puesto que el 83.32% de los médicos de la Clínica Riobamba están totalmente de acuerdo.

References

- [1] De Moor, GJE,1993, Standardization in medical informatics. Yearbook of medical informatics. 2: 61-66.
- [2] Del Fiol G1, Huser V, Strasberg HR, Maviglia SM, Curtis C, Cimino JJ. 2012. Implementations of the HL7 Context-Aware Knowledge Retrieval ("Infobutton") Standard: challenges, strengths, limitations, and uptake. J. Biomedical informatic. 45: 726-735.
- [3] Martinez C, Menarguez M, Fernandez JT. 2010. An approach for the semantic interoperability of ISO EN 13606 and OpenEHR archetypes. J. Biomedical Informatics. 43: 736-746.
- [4] Leslie H. 2008. International developments in open EHR archetypes and templates. Health Information Management Journal. 37: 38-39.
- [5] Lin CH, Lin IC, Roan JS, Yeh JS. 2012. Critical factors influencing hospitals' adoption of HL7 version 2 standards: An empirical investigation. Journal of Medical Systems. 36: 1183-1192.
- [6] Noumeir, R. 2006. Benefits of the DICOM structured report. Journal of Digital Imaging. 19: 295-306
- [7] Gibaud, B. The DICOM standard: a brief overview. Molecular imaging: computer reconstruction and practice. Springer; 2008. P. 229-238.
- [8] Vergeles JM, La Telemedicina. Desarrollo, ventajas y dudas. [Internet] 2010 [Acceso el 15 de enero 2016]. Disponible en: <http://ferran.torres.name/edu/imi/59.pdf>
- [9] Alem L, Hansen S, Jane L. 2006. Evaluating Clinicians Experience in a Telemedicine Application: A Presence Perspective. En: Proceedings of the 18th Australia Conference on Computer-Human Interaction: Design: Activities, Artefacts and Environments. Australia: ACM; p.47-54.

- [10] Nordo, A.H., Levaux, H.P., Becnel, L.B., Galvez, J., Rao, P., Stem, K., Prakash, E. and Kush, R.D., 2019. Use of EHRs data for clinical research: Historical progress and current applications. *Learning Health Systems*, p.e10076.
- [11] HL7 Argentina [Página principal en Internet]. Argentina, 2001 [actualizada en 2016,8 pantalla]. Disponible en: <http://www.hl7.org.ar/index.php/que-es-hl7>
- [12] HL7 Spain [Página principal en Internet]. España; 2012 [Actualizada 2014; acceso 20 de diciembre 2018]. 17 páginas. Disponible en: http://www.hl7spain.org/wp-content/uploads/2012/08/SemHL7_Otros_Estandares.pdf
- [13] HL7 Clinical Document Architecture (CDA®). [Internet]. Version 3. Estados Unidos; 2004.[actualizado mayo 2005; citado 10 diciembre 2018]. Disponible en: URL. http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=7
- [14] Schadow G., Mead C.N., Walker D.M. The HL7 reference information model under scrutiny. *Ubiquity: technologies for better health in aging societies: proceedings of MIE2006*. Vol 124. IOS Press. 2006. p.151.
- [15] ISO, Health informatics Electronic health record communication - Part 1: Reference model [Internet], ISO 13606-1:2008,1era ed., 2008. [Acceso 10 de diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:13606:-1:ed-1:v1:en>
- [16] Sachdeva, S.,Batra S., Bhalla S. 2017. Evolving large scale healthcare applications using open standards. *Health Policy and Technology*. 3: 410-425
- [17] Couto R., Nevado L., Cristobal R., de Toledo Heras P, Muñoz A., Carrero F., et. al. 2006. Diseño de una pasarela HL7/EN 13606 para el intercambio de información de Telemonitorización domiciliaria de pacientes. *CASEIB*: 49-52.
- [18] Jahanbakhsh M., Rabiei R., Asadi F., Moghaddasi H. 2016. Electronic health record architecture: a systematic review. *Journal of Paramedical Sciences*. 7: 29-36
- [19] ISO, Health informatics Electronic health record communication - Part 2: Archetype interchange specification [Internet], ISO 13606-1:2008,1era ed., 2008. [Acceso 10 de diciembre 2018]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/50119.html>
- [20] Davidson A., Fuchs M., Hedin M., Jain M., Koistinen J., Lloyd C., et. al. Schema for object-oriented XML 2.0 [Internet]1999. Disponible en: <http://68.142.185.125/sox/downloads/sox20.pdf>
- [21] Moreno-Vallejo, P., Bastidas-Guacho, G. Propuesta metodológica de intercambio electrónico de información clínica basada en estándares de telemedicina. Caso práctico: Clínica Riobamba. Riobamba: ESPOCH; 2014.