

Implementación de estándares HL7 para la interoperabilidad de aplicaciones de salud y equipos imagenológicos de Rayos X

Richart Eddy Choquetarqui Guarachi
Postgrado en Informática
Universidad Mayor de San Andrés
La Paz - Bolivia
richartce@gmail.com

Resumen—La atención médica es una prioridad en la sociedad actual. En las instituciones en salud la automatización y digitalización es cada día mayor. Con la adquisición de equipos de última tecnología para estudios imagenológicos de Rayos X, permitió que se obtengan imágenes de alta calidad en formato digital, lo que trajo consigo el estudio de protocolos y estándares de interoperabilidad que facilitan el intercambio electrónico de información clínica, así como el manejo de imágenes entre distintas plataformas tecnológicas que es el principal problema al momento de compartir información médica. Es por ello, que el presente trabajo tiene como objetivo implementar los estándares HL7¹, FHIR² y DICOM³ para la interoperabilidad de aplicaciones de salud y equipos imagenológicos de Rayos X, con el propósito homogenizar el proceso de emisión del informe médico.

Palabras clave—Interoperabilidad, HL7, FHIR, DICOM, Estudios imagenológicos, Rayos X, Informe médico.

I. INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI es innegable el uso de Tecnologías de Información y Comunicación en diferentes áreas del conocimiento humano. En particular en el área de la salud, se ha convertido en una herramienta para poder brindar mejor atención médica a la población en los diferentes centros de salud. Estos avances se han conseguido gracias a la iteración entre profesionales que provienen del área de ciencias de la computación y su aplicación en salud y profesionales médicos de distintas especialidades [1].

La adquisición de equipos de última tecnología por los centros de salud para estudios imagenológicos, permitió que se realicen imágenes de alta calidad en formato digital, lo que trajo consigo el estudio de protocolos y estándares de interoperabilidad entre Sistemas de Información Médico HIS⁴ y equipos médicos que proporcionan al médico la información necesaria para hacer diagnóstico de la enfermedad del paciente y así valorar su respuesta a un tratamiento [2].

El interés del presente trabajo surge de la necesidad de hacer accesible la información generada de los estudios de Rayos X⁵ a

otros sistemas. Si se dejara esta información aislada en este ámbito, se estaría perdiendo parte del potencial del sistema, y de lograr una interoperabilidad eficiente esto para el tratamiento de una determinada enfermedad [3].

En este sentido, el objetivo del presente trabajo es proponer la implementación de estándares HL7, FHIR y DICOM para la interoperabilidad de aplicaciones de salud y equipos imagenológicos de Rayos X, con el propósito homogenizar el proceso de emisión del informe médico.

II. PROBLEMÁTICA

A. Planteamiento del problema

En el Estado Plurinacional de Bolivia con la adquisición de equipos de alta tecnología para el diagnóstico por imágenes, como la radiografía, la tomografía computarizada, la resonancia magnética que utilizan Rayos X, se observa la necesidad de un estándar que regule como se comunican los dispositivos y sistemas que interactúan para la generación, el almacenamiento y la consulta de imágenes clínicas. No obstante esa problemática no es nueva; los hospitales y seguros a corto plazo optaban por comprar equipos de la misma marca, o realizar desarrollos a medida para poder intercambiar información con los equipos que adquirirían. Además, solo los fabricantes brindaban este tipo de desarrollo ya que tienen licencias propietarias para los formatos de los datos que capturan estos equipos [3].

Existen diferentes métodos para la realización del informe imagenológico, dependiendo del nivel de informatización de la institución hospitalaria. Hay hospitales en los cuales la elaboración del informe se realiza en papel, en este caso existe el riesgo perder el expediente completo, especialmente en los casos cuando este debe transportarse junto con el paciente de un centro de atención de salud a otro [2].

El método conocido como Grabación-Transcripción, el especialista dicta a un grabador al mismo tiempo que está visualizando las imágenes. Luego estas grabaciones son transcritas para revisión y aprobación [2].

Para referenciar este artículo (IEEE):

[N] R. Choquetarqui, «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*, n° 8, pp. 160-164, 2020.



¹ HI7: Del ingles Health Level Seven

² FHIR: Del ingles Fast Healthcare Interoperability Resources

³ DICOM: Del ingles Digital Imaging and Communication On Medicine

⁴ HI7: Del ingles Health Information Systems

⁵ Rayos X: Un tipo radiación electromagnética

También se pueden realizar informes estructurados, que se trata de un método de reporte directo que reemplaza los procesos de dictado y transcripción para documentar la interpretación de la imagen médica. Estos sistemas combinan la utilización de macros y plantillas previamente confeccionadas [2].

La no estandarización de los informes es el principal problema que presentan estos métodos, pues cada radiólogo tiene su propia organización para los mismos, estilo de lenguaje y uso del vocabulario. Esto incide en las decisiones y en los procesos de diagnóstico, tratamiento, auditoría, historia clínica y seguimiento de pacientes; se genera una ineficiencia general en el uso de los recursos de los pacientes y, por otra parte, se afecta la calidad en la prestación de los servicios de salud. Incluso, aún las organizaciones que cuentan con imágenes radiográficas de Rayos X, no pueden compartirlas con otras entidades de salud.

B. Formulación del problema de investigación

¿Cómo implementar estándares HL7, FHIR y DICOM en el proceso de emisión del informe médico de Rayos X, si se realiza la interoperabilidad entre aplicaciones de salud y equipos médicos imagenológicos?

C. Planteamiento del objetivo

Implementar estándares HL7, FHIR y DICOM para la interoperabilidad de aplicaciones de salud y equipos imagenológicos de Rayos X, con el fin homogenizar el proceso de emisión del informe médico.

D. Planteamiento de objetivos específicos

- Modelar los procesos concernientes para la presentación de informes médicos de Rayos X.
- Desarrollar un modelo de implementación para la interoperabilidad de imágenes digitales Rayos X, en base a los estándares HL7 FHIR y DICOM.
- Desarrollar un servicio que, a partir de una definición del mapeo entre los recursos HL7 FHIR.
- Implementar una solución considerando los estándares HL7 FHIR y DICOM.

III. RAYOS X

Los Rayos X son una forma de radiación electromagnética al igual que la luz visible, pero con algunas características diferentes. La diferencia importante es que los Rayos X pueden penetrar o pasar a través del cuerpo humano y producir imágenes proyectando la sombra de ciertas estructuras, tales como huesos, algunos órganos y signos de enfermedad o lesión como se muestra Figura 3. Otra característica de los Rayos X que la diferencia de la luz es que transportan una cantidad mayor de energía y depositan una parte de la misma en el interior del cuerpo al atravesarlo [4].



Fig. 1. Estructura General de Interoperabilidad. Fuente: [5]

IV. ESTÁNDARES DE INTEROPERABILIDAD

A. HL7 (Health Level Seven)

Es una organización sin fines de lucro que desarrolla estándares para minimizar 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 [6].

Se trata de una iniciativa que 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. La amplia difusión de los estándares desarrollados, dio origen en los últimos años a filiales internacionales (Canadá, Australia, China, Finlandia, Alemania, India, Japón, Corea, Holanda, Nueva Zelandia, Sudáfrica, Reino Unido, Argentina, Brasil, para mencionar solo algunos), y a un comité internacional, que permite armonizar y discutir las necesidades locales de adaptar los estándares en distintas partes del mundo [6].

B. Digital Imaging and Communications in Medicine DICOM

Nació en el año 1983, ACR (ACR American Association of Radiology) y la NEMA (Asociación Nacional de Fabricantes de Material Eléctrico) formaron un comité conjunto en el que se desarrollaría un estándar en el que se promovería el intercambio de información sobre imágenes digitales entre los distintos fabricantes y con el que se facilitara el desarrollo y expansión de los archivos de imágenes y sus sistemas de comunicación [7].

DICOM es un estándar en comunicación e imágenes en medicina, que facilita el manejo de información médica entre hospitales y centros de investigación. La gran importancia de este estándar es que da la posibilidad de interconectar sistemas informáticos de diferentes fabricantes y hace posible la comunicación entre ellos; en un hospital donde los aparatos médicos son de muchas marcas diferentes debido a la especialización [8].

C. Fast Health Interoperability Resources FHIR

A raíz de la escasa adopción de HL7 V3 debido al alto coste y dificultad de implementación en los sistemas de información sanitarios en 2011 HL7 Internacional decidió dar un giro en lo que se refiere a su catálogo de estándares. HL7 Internacional decidió crear FHIR que trata de coger lo mejor de cada estándar vigente en HL7 Internacional (focalizándose en v2, v3 y CDA⁶ R2) y aplicarles los correspondientes estándares web modernos (basándose en servicios REST), con tal de adaptarse a la realidad tecnológica actual [9].

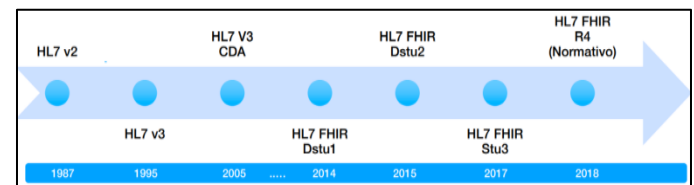


Fig. 2. Evolución HL7 FHIR [9].

⁶ CDA: Del inglés (Clinical Document Architecture)

V. MÉTODOS

A. Análisis y diseño de la implementación

En el análisis y diseño de la implementación se trabajó en tres aspectos importantes propuestos.

- Primero, en el modelado BPMS de los procesos que involucra a la consulta de Rayos X. Esto desde punto de vista de consulta externa y hospitalización, esto para gestionar los procesos de forma integrada y para una mejora continua.
- Como segundo punto se analizó la integración de HIS con los recursos FHIR. Esto para estandarizar el informe de Rayos X y para que la información este distribuida.
- Finalmente revisaremos la integración con el servidor de imágenes de Rayos X, PACS⁷, WADO⁸ y HIS esto a través de los servicios API REST⁹.

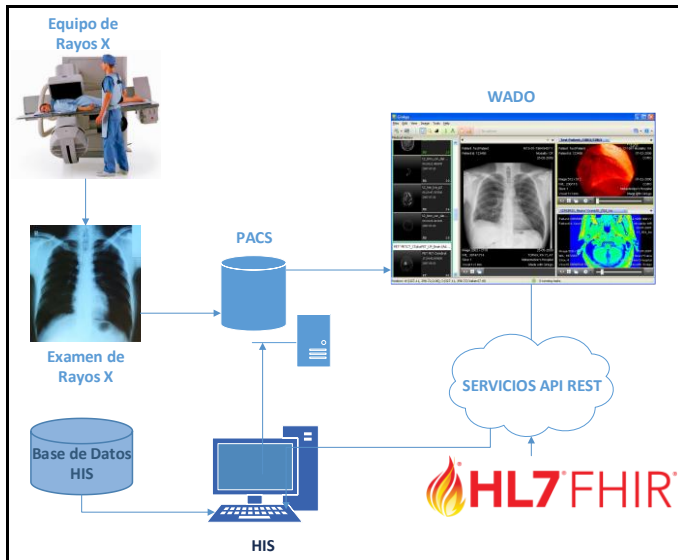


Fig. 3. Estructura General de Interoperabilidad.

B. Modelado de las BPM

La metodología consiste en comprender y modelar el proceso requerido BPM¹⁰, identificando el conjunto mínimo de datos con la información a interoperar, su significado semántico y sintáctico, resolviendo conflictos en algunos datos y especificando la solución con el estándar adecuado para desarrollar un sistema a informático de la solución especificada. El modelado y la selección del estándar de interoperabilidad son variables claves que influyen en las características de la implementación para obtener resultados satisfactorios. El primero proporciona una mirada global del proceso y el segundo la compatibilidad con tecnologías web vigentes y con la información clínica que se desea transmitir.

A continuación, se describen una serie de pasos que constituyen una propuesta de Guía práctica para la introducción e implementación del enfoque BPM en una organización.

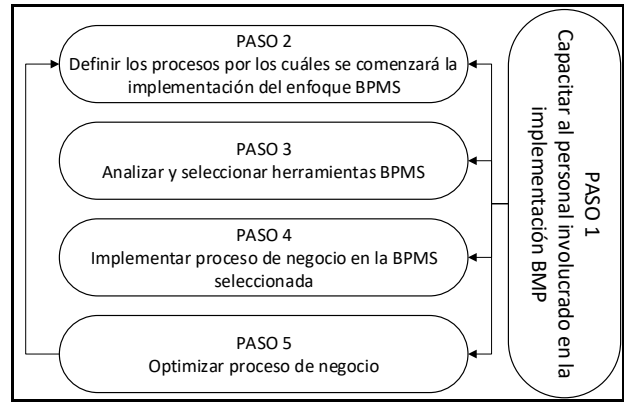


Fig. 4. Guía práctica para la implementación enfoque BPM [10]

C. Integración del HIS con los recursos FHIR.

En el diseño del modelo de objetos de información para el servicio Web, primero modelaremos los objetos de información del HIS que se quiere compartir hacia afuera del sistema [11].

Luego ya con los objetos de información identificados, es necesario estudiar la base de datos del sistema, así como su estructura, y modelar estos objetos, identificando los campos que han de tener y su relación con las tablas de la base de datos del sistema [11].

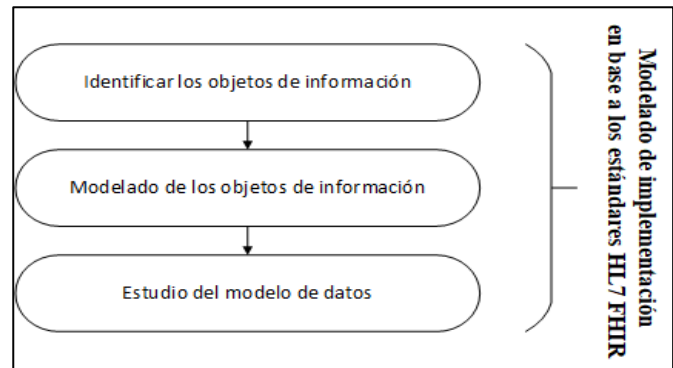


Fig. 5. Diseño Servicio Web para el Acceso a Información Sanitaria [11].

- **En la identificación de los modelos de información** se analizó cómo interactúan los actores como ser pacientes y los profesionales médicos, para dicho cometido usaremos los diagramas casos de uso para identificar la relación entre actores y su comportamiento mediante la iteración con los usuarios u otros sistemas. Se utiliza los diagramas de secuencia para describir el comportamiento e interacción entre objetos.
- **Modelado de los objetos de información FHIR.** Una vez identificados los objetos de información que se intercambiara con el resto de sistemas, hay que modelarlos, indicando los atributos que lo forman e identificándolos con campos de la base de datos de donde se recogerá la información [11]

Se debe entender la Base de Datos del sistema HIS, su funcionamiento de la interfaz esto con el fin de realizar el modelado objetos. Para que posteriormente modelar dichos

⁷ PACS: Sistema de almacenamiento de imágenes médicas.

⁸ WADO: Visor de imágenes médicas.

⁹ API REST: Protocolo intercambio de datos normalmente JSON o XML

¹⁰ BPM: Gerencia de Procesos de Negocios.

objetos en los recursos FHIR esto a través del mapeo de atributos.

- Definición de los métodos de acceso a la información**
 Luego de modelar los recursos hay que definir los métodos que va tener el servicio API REST. También se utilizó la herramienta FHIR .NET API para desarrollar servicios API REST.

D. Integración con el servidor de imágenes de Rayos X, y HIS y PACS.

Al contar con un sistema HIS la pregunta que surge es como vamos integrar los distintos componentes HIS Y PACS.

La respuesta es que la integración será la realizara con una un WADO que es un protocolo definido por DICOM para recuperar imágenes médicas.

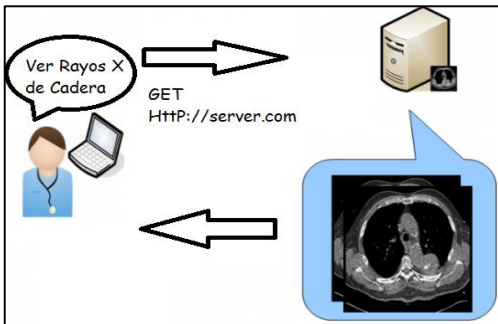


Fig. 6. Integración HIS - WADO [12].

VI. RESULTADOS

El estudio análisis del modelo de datos de Rayos X, se utilizó el análisis realizado previamente, sobre los procesos de consulta médica de Rayos X y hospitalización con el objetivo de determinar la información mínima que tiene que tener los objetos del HIS.

En el siguiente diagrama, vemos las relaciones existentes entre los objetos. Por simplicidad, sólo se incluyó los atributos básicos que deben tener dichos objetos.

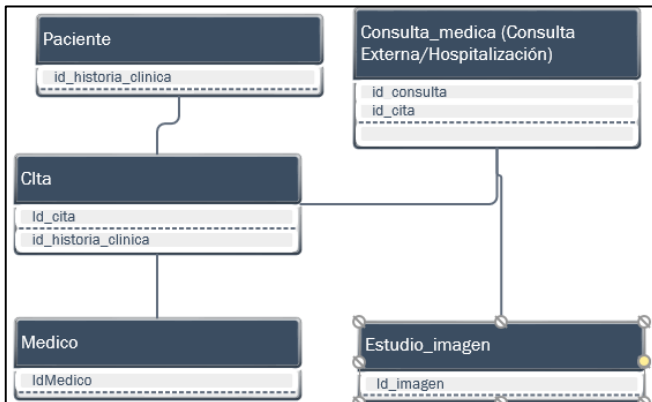


Fig. 7. Diagrama Clases HIS.

Se mapea los objetos encontrados en el HIS contra los recursos FHIR para luego ser utilizados por los servicios API REST.

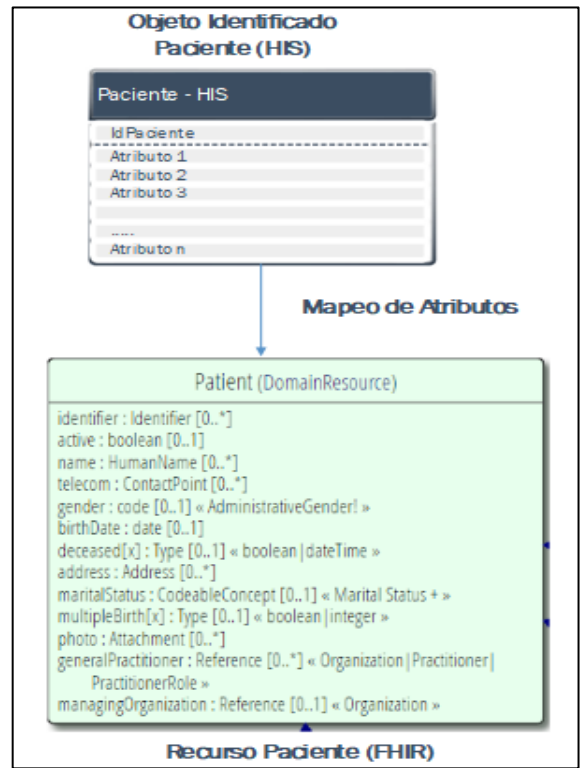


Fig. 8. Mapeo Objeto a FHIR

Finalmente se realizó la integración del PACS con el HIS a través del WADO Oviyam, que es un visor DICOM basado en la Web.

VII. DISCUSIÓN

Los estándares de interoperabilidad en salud a utilizar en cada país dependen mucho de las políticas de gobierno. En Latino América existen países que avanzaron en la aplicación de interoperabilidad en salud a través de HL7.

El desarrollo de capítulos locales presentes en más de 50 países HL7 internacional promueve el correcto uso de distintos estándares existentes, educando, informando y apoyando a los usuarios en sus necesidades. En América Sur los países que cuentan con capítulos HL7 son Argentina, Chile y Brasil.

Es el caso de la Argentina donde existe una legislación para el manejo de la interoperabilidad y es promovida a través, de jornadas de capacitación organizada por el Ministerio de Salud de Argentina y está dirigida todas las entidades de involucradas en el ámbito de salud y personas interesadas en el manejo de estándares de interoperabilidad. Argentina es el primer país en Latino América en contar con un Capítulo HL7 en su país.

En Chile se constituyó una comunión de interés en torno al manejo de estándares, formado por varias entidades relacionadas al ámbito de salud dentro del país. Posteriormente se consiguió la afiliación a HL7 internacional, conformando el capítulo de Chile de HL7 el 2019.

En el ámbito internacional existe varios proyectos y estudios realizados en Norte América, Asia, Europa y Sud América. En el aspecto de interoperabilidad entre aplicaciones de salud y equipos imagenológicos utilizando de HL7 FHIR y DICOM. No existen muchas implementaciones debido a que FHIR es un

estándar relativamente nuevo en comparación de estándares como CDA, openEHR¹¹ y la ISO13606¹².

En el Estado Plurinacional de Bolivia no está normado el uso de estándares en salud para el manejo de la historia clínica e imágenes para el apoyo del diagnóstico médico. La entidad encargada de realizar dicha normativa e impulsar en uso de estándares en salud debe ser el Ministerios de Salud como los hacen en otros países de América del Sur.

En el caso de Bolivia para iniciar el uso de estándares de interoperabilidad en salud la pregunta de rigor sería:

¿Qué estándares para interoperabilidad debería adoptar Bolivia?

REFERENCIAS

- [1] P. Alvarez, *Ética, seguridad y legislación de los sistemas de información en salud*, Buenos Aires, 2018.
- [2] Á. González, «Implementación de estándares DICOM SR y HL7 CDA para la creación y edición de informes de estudios imagenológicos,» *Revista Cubana de Informática Médica*, p. 15, 2015.
- [3] K. Campos, *Principios de interoperabilidad en salud y estándares*, Buenos Aires, 2018.
- [4] I. Raudales, «Diagnostico Imágenes,» 2019, p. 1, 24.
- [5] Depósito de Fotos, «Deposito de Fotos,» 20 10 2019. [En línea]. Available: <https://sp.depositphotos.com/11802437/stock-photo-x-ray-image-of-human.html>.
- [6] Asociación Civil HL7 Argentina, «HL7 Argentina,» 01 01 2016. [En línea]. Available: <http://www.hl7.org.ar/index.php/que-es-hl7>.
- [7] Apuntes Electromedicina, «Apuntes Electromedicina,» 9 diciembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.pardell.es/dicom-.html>.
- [8] F. Balleteros Herranz, «Desarrollo de aplicaciones DICOM para la gestión de imágenes biomédica,» de *Desarrollo de aplicaciones DICOM para la gestión de imágenes biomédica*, España, 2013, p. 1.
- [9] HL7, «HL7 España,» 06 06 2019. [En línea]. Available: <http://www.hl7spain.org/taller-fhir/>.
- [10] p. Viamosntes, «CONveccion científica,» 01 01 2010. [En línea]. Available: <http://ccia.cujae.edu.cu/index.php/siia/siia2010/paper/download/747/35>. [Último acceso: 15 10 2019].
- [11] Pedrera, «Servicio web para el acceso a información sanitaria de pacientes renales,» 01 01 2016. [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90687/fichero/MiguelPedreraJimenezTFG.pdf>. [Último acceso: 15 10 2019].
- [12] DICOM, «DICOM,» 15 10 2019. [En línea]. Available: <https://www.dicomstandard.org/dicomweb/retrieve-wado-rs-and-wado-uri/>. [Último acceso: 15 10 2019].

Breve CV del autor

Richart Eddy Choquetarqui Guarachi es Licenciado en Informática (La Paz 2006). Actualmente realiza la maestría de Gerencia Estratégica de Sistemas de Información GETSI en el Postgrado en Informática de la Universidad Mayor de San Andrés. Ejerce profesionalmente como Analista Sistemas en Salud en la Caja de Salud de la Banca Privada desde 2008. Email: richartce@gmail.com.

¹¹ openEHR: Es un estándar abierto que describe la administración y almacenamiento de información sanitaria.

¹² ISO13606: Estándar europeo para el manejo de historias clínicas.