

Planteamiento de la arquitectura de un Sistema de ECE con equipos clínicos digitales

I.S.C. Nancy Aracely Cruz Ramos
Instituto Tecnológico de Orizaba
Veracruz, México
ncruzramos@acm.org

M.C. Celia Romero Torres
Instituto Tecnológico de Orizaba
Veracruz, México
cromerotorres@ito-depi.edu.mx

M.C.E. Beatriz Alejandra Olivares Zepahua
Instituto Tecnológico de Orizaba
Veracruz, México
bolivares@ito-depi.edu.mx

M.S.C. Luis Ángel Reyes Hernández
Instituto Tecnológico de Orizaba
Veracruz, México
l.a.reyes.h@gmail.com

Resumen — El presente trabajo propone la arquitectura de una aplicación Web para la integración de los resultados de estudios Auxiliares de Diagnóstico (como Laboratorios Clínicos e Imagenología) dentro del Expediente Clínico Electrónico (ECE) de un sanatorio. El modelado de la arquitectura considera estándares nacionales como la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012 e internacionales como HL7 V3; también incluye una ontología para lograr la interoperabilidad entre el sistema de ECE y los equipos clínicos digitales que soporten el estándar HL7 V3.

HL7 V3 es la nueva versión de HL7 que surge ante la creciente utilización de la versión 2 en USA y el resto del mundo y por los problemas que surgieron por el uso masivo y los intentos de adaptación del estándar a las necesidades de cada país.

Palabras clave: Expediente Clínico Electrónico, HL7, ontología, equipo clínico digital.

I. INTRODUCCION

En estudios recientes se demuestra que en la mayoría de escenarios reales de atención médica, la información clínica esencial no se encuentra disponible para el personal médico, y en algunas ocasiones es la fuente principal de errores médicos que se puede prevenir con información clínica accesible y precisa obtenida en los expediente clínicos. De acuerdo a la normativa vigente en México, la gran cantidad de información que se genera a lo largo de todo el proceso de atención médica se mantiene en medios físicos, aunque ya se permite su almacenamiento y procesamiento automatizado bajo el nombre de Expediente Clínico Electrónico (ECE) [1], que proporciona de forma inmediata la información médica para dar seguimiento a pacientes que requieren de alta especialidad, garantizando la veracidad e integridad de la información, así como su seguridad y confidencialidad; la integración de información dispersa, el apoyo al proceso de investigación médica y la detección de las enfermedades infecciosas emergentes.

Los sistemas de ECE actuales proporcionan información que se relaciona con el proceso de atención médica de forma rápida y segura, sin embargo aún se encuentran en etapa de desarrollo en la mayoría de los servicios públicos en México.

Por otra parte, existen estándares y catálogos nacionales que permiten la interoperabilidad de las aplicaciones en las diversas instituciones públicas, privadas y sociales que prestan servicios de salud a la población. Por ejemplo, la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012 es válida y obligatoria para todas las instituciones del Sector Salud que adopten un sistema de ECE.

A nivel internacional, la organización *Health Level Seven International* (HL7) [2], desarrolla distintos estándares para el intercambio, integración, compartición y consulta de información médica electrónica para la práctica y administración de los servicios médicos; en el ámbito de intercomunicación entre equipos digitales y sistemas de información, desarrolla estándares específicos de intercambio de datos que se basan en XML y que implementan muchos de los proveedores de dichos equipos. Como existe una gran variedad entre las implementaciones, se desarrollan ontologías que se relacionan con seguridad, interoperabilidad y estudios de laboratorio, entre otros [3, 4, 5, 6, 7, 8]; también existe documentación respecto al desarrollo de aplicaciones de interoperabilidad entre equipos digitales y sistemas de información clínica [9, 10, 11], generalmente en hospitales grandes y fuera de México, aunque desde 2007 es de interés en el Sector Salud mexicano a nivel de instituciones públicas y privadas.

La mayoría de las implementaciones de ECE provienen de instituciones médicas del sector privado que adquieren estos sistemas, que no se adaptan a las necesidades de sanatorios pequeños y además son de alto costo.

Dentro de una unidad médica en las áreas Auxiliares de Diagnóstico generalmente se realizan estudios en equipos clínicos digitales que incluyen software propietario diferente en cada equipo y que es accesible sólo por personal autorizado. Gran parte de los sistemas de ECE no integran la información de estudios Auxiliares de Diagnóstico (Laboratorios Clínicos e Imagenología) que se genera en diferentes formatos en los equipos clínicos lo que provoca las siguientes desventajas:

- Dificultad al realizar las búsquedas de resultados de estudios.
- Retraso significativo en la toma de decisiones y diagnóstico médico.
- Errores en la captura de resultados de estudios dentro del ECE (en caso de que cuenten con ECE, pero dichos resultados los ingresen al sistema de forma manual).
- Inconsistencia o pérdida de información de estudios Auxiliares de Diagnóstico.

Por lo anterior, este trabajo plantea una arquitectura para una aplicación que integre los resultados de estudios Auxiliares de Diagnóstico en un ECE a través de estándares como la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012 y HL7 V3. Cabe mencionar, que la obtención de los resultados de estudios será directamente de los equipos clínicos digitales para garantizar la integridad y veracidad de la información, así como evitar todos los problemas que representa el no tener automatizado este proceso.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 HL7

Health Level Seven Internacional (HL7) se fundó en 1987 y es una de las organizaciones más importantes en estándares de mensajería en informática médica. HL7 interviene específicamente creando estándares, guías y metodologías flexibles, costo-efectivas que permiten la interoperabilidad entre los sistemas de información y el intercambio de registros de salud electrónicos.

La versión 3 (V3) de HL7 se centra en la semántica de los mensajes. Por lo anterior, junto con HL7 V3, se creó el RIM (*Reference Information Model*, Modelo de Información de Referencia), que es un modelo orientado a objetos de las entidades involucradas en los mensajes, las personas, las instituciones, los procedimientos, entre otros. En HL7 V3 los mensajes se implementan en XML en lugar de ASCII plano, dando mucha mayor versatilidad y legibilidad a los mismos.

HL7 CDA (*Clinical Document Architecture*, Arquitectura de Documento Clínico) define un modelo para el intercambio de documentos clínicos, por ejemplo reportes de consultas, resúmenes de internación, informes de estudios, entre otros. Este modelo se implementa con XML, y en su versión 2.0 se relaciona con el modelo semántico del RIM y utiliza sus tipos de datos [2].

2.2 XML

XML (*Extensible Markup Language*, Lenguaje de Marcado Extensible) es un lenguaje para el intercambio de datos que permite la generación de documentos de texto, que incluyen etiquetas para definir la estructura de los datos. XML es un estándar internacional y soporta cualquier necesidad de representación de información. XML es independiente de la plataforma e implementación que lo utilice, por lo tanto, es

ideal para la interoperabilidad entre sistemas y además, especialmente apto para transmitir información en la WEB, sobre su protocolo estándar de hipertexto, HTTP [12].

HL7 V3 usa para expresar los mensajes el estándar XML y sus derivados. Para generar y validar mensajes o desarrollar una interface HL7 V3 se requerirán conocimientos intermedios a avanzados de:

- XML: Para expresar mensajes como documentos XML.
- XML Schema: Para la especificación de la estructura de los mensajes.
- XSL: Para transformar un mensaje en un documento HTML y darle la presentación deseada.
- XPath: Para extraer los datos necesarios de un documento XML.
- XSLT: Para la transformación de un documento XML en un nuevo documento XML con otra estructura [2].

2.3 Expediente Clínico Electrónico (ECE)

El ECE es la recolección electrónica de información (referencias clínicas, administrativas, demográficas, historial clínico, medicación, resultados de estudios de Auxiliares de Diagnóstico) referente al estado de salud de un paciente. El ECE se diseñó para informar con precisión y en todo momento el estado actual del paciente y para permitir la consulta y actualización del mismo por diferente personal médico que requiere el acceso. El ECE es una herramienta interoperable que permite la integración de información médica que proviene de otros sistemas como son resultados de imágenes clínicas, estudios de laboratorio o información en tiempo real sobre los signos vitales del paciente, entre otros [13].

2.4 Ontología

Una ontología define los términos para la descripción y representación de un área de conocimiento. Las utilizan los usuarios, las bases de datos y las aplicaciones que requieren compartir información específica. Las ontologías incluyen definiciones de conceptos básicos en un campo determinado (finanzas, medicina, deporte, entre otros) y la relación entre ellos. Una ontología trabaja con conceptos en los sistemas de recuperación de información y describen el contenido de los repositorios de datos independientemente de la representación sintáctica de los mismos, para su integración semántica [14].

Existe un exorbitante número de ontologías en el campo Médico, algunas a nivel europeo LOA, RIHS y también existen algunas colecciones de ontologías biomédicas OWG, IO, OBO, TOBO, NCBO. Aproximadamente se cuenta con un repositorio de 60 ontologías biomédicas. Incluso estas ontologías son editadas y mostradas bajo un estándar de archivo de texto llamado formato OBO, aunque muchas de ellas tienen sus versiones en OWL [15].

III. TRABAJOS RELACIONADOS

En [3] se propuso la interoperabilidad semántica a través de un servicio que se basó en ontologías del dominio de la salud como UMLS (*Unified Medical Language System*, Sistema Unificado de Lenguaje Médico), *Metathesaurus* y OBO Foundry (*Open Biomedical Ontologies*, Ontologías Biomédicas Abiertas). Este servicio utilizó ontologías formales para el modelado de conceptos e interrelaciones de cada dominio de aplicación y logró el intercambio de información significativa entre aplicaciones médicas (que adoptaron o no, HL7 versión 3) con los mismos o diferentes dominios médicos.

En [4] se propuso la utilización de los estándares DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*, Proyección de imagen y comunicaciones de digitales en medicina) SR y HL7 CDA para el desarrollo de un sistema para la creación y edición de informes de estudios de imagen. Se concluyó que el uso del modelo estándar de información clínica CDA y las plantillas para la representación del conocimiento clínico garantizan la interoperabilidad semántica con otros sistemas.

En [5] se presentó la aplicación Web TeleOftalWeb 3.2 para el almacenamiento e intercambio de EHRs (*Electronic Health Record*, Expediente Clínico Electrónico) en el área de oftalmología y se basó en los estándares HL7 CDA y DICOM. La aplicación permite la gestión de una base de datos XML de la información de los pacientes. TeleOftalWeb 3.2 incorpora las imágenes médicas de los pacientes en diferentes tipos de formatos como DICOM, JPEG (*Joint Photographic Experts Group*), GIF (*Graphics Interchange Format*, Formato de Intercambio de Gráficos), entre otros.

Aunque la sintaxis XML proporciona una base sólida para la interoperabilidad e integración de datos, no se explotan completamente sus capacidades de procesamiento. Por lo anterior, en [6] se describió un caso de estudio donde la familia de especificaciones XML permitió la integración de imágenes médicas en el EHR y realizó con éxito la conversión de la sintaxis propietaria DICOM en XML.

En [7] se propuso una ontología que permitió el intercambio abierto y la visualización de los datos de un electrocardiograma en un navegador Web. La ontología integró datos de electrocardiograma en forma de onda y reglas de diagnóstico cardíacas para la automatización del diagnóstico de 37 anomalías cardíacas diferentes. Para la comunicación de dispositivos médicos esta ontología se basó en HL7 y se codificó en XML.

En [8] se presentó el Sistema de Información de Salud de la región de Lombardía, en Italia, que, desde hace 10 años, conecta todos los proveedores de atención médica de la región y proporciona acceso completo a los documentos relacionados con la salud, independientemente de la organización de salud que genere el propio documento. Todos los procesos y funciones para la integración de sistemas se basaron en JCAPS

(*Java Composite Application Platform Suite*). JCAPS se basa en SOA (*Service Oriented Architecture*, Arquitectura Orientada a Servicios) y ofrece la integración de diferentes aplicaciones a través del estándar HL7. En la actualidad, el sistema gestiona miles de recetas electrónicas farmacológicas, exámenes de laboratorio e informes médicos (radiología, primeros auxilios y alta de pacientes entre otros).

IV. PLANTEAMIENTO DE LA APLICACIÓN

Para dar solución a los problemas que se generan al no contar con Sistemas de ECE que integren la información que proporcionan los equipos clínicos digitales de áreas Auxiliares de Diagnóstico, el presente trabajo propone la arquitectura de una aplicación Web que realice el registro de los resultados de estudios Auxiliares de Diagnóstico médico (como laboratorios e Imagenología) dentro del ECE de un sanatorio, utilizando la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012 y el estándar HL7 V3.

En la Fig. 1 se muestra de forma general la propuesta de la arquitectura para el desarrollo de la aplicación Web y las tecnologías y herramientas que se utilizarán.

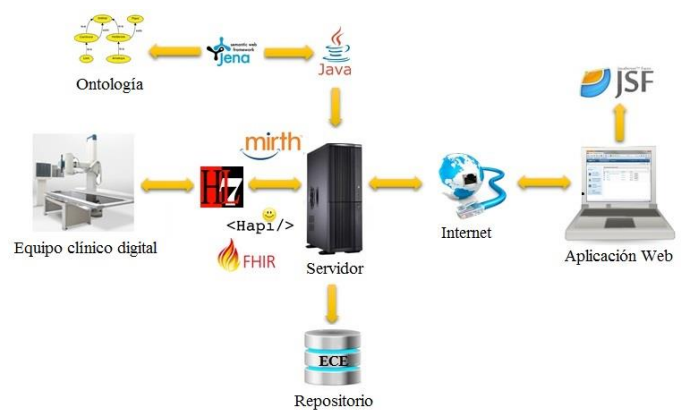


Fig. 1. Propuesta de la arquitectura para la aplicación Web

Inicialmente se requiere la construcción y manejo de una ontología para la interoperabilidad de equipos clínicos digitales de áreas Auxiliares de Diagnóstico y un sistema de información de ECE que se base en la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012 y el estándar HL7 V3. Para la creación de la ontología específica se identificarán los conceptos aplicables de la ontología sobre Seguridad y Privacidad HL7 para el caso de un sanatorio y se analizarán las ontologías existentes sobre interoperabilidad de equipos clínicos digitales de áreas Auxiliares de Diagnóstico. Además, se determinarán los conceptos más relevantes dentro del dominio de equipos clínicos digitales. Para el manejo de la ontología se utilizará Jena que es un marco de trabajo para la gestión y consulta de ontologías. A través de Jena se accederá a la ontología para la búsqueda de información de los diferentes tipos de estudios Auxiliares de Diagnóstico y los equipos clínicos digitales que los soportan y se obtendrá el tipo de mensaje HL7 que se requiere para comunicarse a cada tipo de equipo clínico digital en particular.

Aunque al momento de la redacción del artículo no se tiene un convenio con alguna institución de salud, éste se hará posteriormente en un hospital de la zona que tenga la implementación de un Sistema de ECE y que proporcione el acceso a equipos clínicos digitales de áreas Auxiliares de Diagnóstico.

Finalmente, se desarrollará con el marco de trabajo *Java Server Faces (JSF)* una aplicación Web a la cual se integrará la ontología para la interoperabilidad de equipos clínicos digitales. La comunicación de dicha aplicación con los equipos clínicos digitales se hará mediante mensajes HL7 que se obtendrán de la ontología y cada equipo clínico devolverá a la aplicación las respuestas HL7 pertinentes de acuerdo a las solicitudes que éste reciba. Esta aplicación Web permitirá al usuario indicar el tipo de estudio Auxiliar de Diagnóstico que desee actualizar, se comunicará con el equipo clínico digital y tendrá la capacidad de la interpretación de las respuestas que reciba por parte del mismo y almacenará los resultados del estudio clínico en el ECE correspondiente. Además, la aplicación Web considerará los elementos indispensables que requiere la Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012 sobre Sistemas de Expediente Clínico Electrónico para complementar un sistema de información en lo que respecta a resultados de estudios realizados en equipos digitales en áreas Auxiliares de Diagnóstico.

Para agregar capacidades de envío, interpretación y recepción de mensajes HL7 a la aplicación se utilizará HAPI (*HL7 Application Programming Interface*) que es un analizador orientado a objetos para Java. HAPI provee una biblioteca y una aplicación enriquecida para editar los mensajes HL7, validarlos y transmitirlos, también contiene módulos para la creación de un servidor HL7 capaz de escuchar las conexiones de aplicaciones externas, recibir mensajes HL7 y procesarlos. La nueva especificación de HAPI, FHIR, tiene soporte para HL7 V3, HL7 CDA y permite implementar servicios RESTful, aunque se encuentra todavía en fase experimental [16].

Así mismo, se está considerando el motor de integración basado en Java y software libre Mirth (que hace uso de la biblioteca HAPI), que se diseñó específicamente para trabajar con datos en formato HL7. Mirth permite la emisión bidireccional de mensajes HL7 entre sistemas y aplicaciones sobre múltiples capas de transporte y su arquitectura se basa en canales de información de forma que permite el filtrado de mensajes, transformación y enrutamiento de los mismos en base a reglas que define el usuario [17].

V. DESARROLLO

La arquitectura mostrada se basa fuertemente en el proceso de mensajes HL7, por lo que el primer paso en el desarrollo de la aplicación consiste en identificar las características de tales mensajes así como los elementos para obtenerlos, en este caso con la herramienta Mirth.

5.1 Estructura de un mensaje HL7 V3

Los dominios de infraestructura de transmisión definen dos niveles de envoltorio (*wrapper*) para el mensaje en sí o "payload". Estos dominios tratan sobre elementos referidos específicamente al mensaje: quién lo envía, a través de que medio, en qué condiciones de seguridad y por qué.

Un mensaje HL7 V3 tiene la estructura de forma general que se muestra en la Fig. 2:

```
<mensaje>
... (datos del mensaje) identificación, tipo, destino ...
<control act>
... (datos del evento o acto) ...
<payload>
... (datos específicos del dominio) ...
</payload>
</control act>
</mensaje>
```

Fig. 2. Estructura general de un mensaje HL7 V3.

Esta definición se integra por las siguientes capas:

- *HL7 Transmission Wrapper* es la cabecera del mensaje e incluye la información que requiere un servicio de manejo de mensajes para empaquetar y rutear el mensaje al servicio receptor. También incluye atributos y una conducta genérica.
- *Trigger Event Control Act* contiene información administrativa sobre el *Trigger Event* que se comunica en el mensaje: quién, cómo, dónde y porqué.
- *HL7 Domain Content (Payload)* es la tercera y última capa de datos para el mensaje que se coloca dentro de *subject* del *Control Act*. En algunos dominios como en el ejemplo que se muestra a continuación no hace falta *Payload*.

5.2 Ejemplo de mensaje HL7 V3 de resultados de estudios de laboratorio.

El fragmento de código de la Fig. 3 corresponde a la capa *Transmission Wrapper*. En esta capa es importante definir qué interacción se quiere representar para seleccionar mensaje, elementos y vocabulario a utilizar. POLB_IN224200 es un identificador de interacción de los definidos por HL7 V3 para llevar la información de la aplicación emisora a la receptora en el escenario de laboratorio en este caso.

En las etiquetas *receiver* y *sender* se colocan los datos del receptor y emisor del mensaje respectivamente. El receptor es el sistema GHH OE en la ubicación BLDG24 y el remitente es GHH LAB en la ubicación ELAB-3, los anteriores valores corresponden a datos de las aplicaciones que emiten y reciben el mensaje, no son parte de la sintaxis de HL7 V3.

```

1 <POLB_IN224200 ITSVersion="XML_1.0" xmlns="urn:hl7-org:v3"
2 xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
3 <id root="2.16.840.1.113883.19.1122.7" extension="CNTRL-3456"/>
4 <creationTime value="200202150930-0400"/>
5 <versionCode code="2006-05"/>
6 <interactionId root="2.16.840.1.113883.1.6"
7 extension="POLB_IN224200"/>
8 <processingCode code="P"/>
9 <processingModeCode nullFlavor="OTH"/>
10 <acceptAckCode code="ER"/>
11 <receiver typeCode="RCV">
12 <device classCode="DEV" determinerCode="INSTANCE">
13 <id extension="GHH LAB" root="2.16.840.1.113883.19.1122.1"/>
14 <asLocatedEntity classCode="LOCE">
15 <location classCode="PLC" determinerCode="INSTANCE">
16 <id root="2.16.840.1.113883.19.1122.2" extension="ELAB-3"/>
17 </location>
18 </asLocatedEntity>
19 </device>
20 </receiver>
21 <sender typeCode="SND">
22 <device classCode="DEV" determinerCode="INSTANCE">
23 <id root="2.16.840.1.113883.19.1122.1" extension="GHH OE"/>
24 <asLocatedEntity classCode="LOCE">
25 <location classCode="PLC" determinerCode="INSTANCE">
26 <id root="2.16.840.1.113883.19.1122.2" extension="BLDG24"/>
27 </location>
28 </asLocatedEntity>
29 </device>
30 </sender>
32 </POLB_IN224200>

```

Fig. 3. Capa Transmission Wrapper de mensaje HL7 V3.

Trigger Event Control Act: contiene información sobre la fecha y la hora en que ocurrió el evento disparador, así como los responsables del mismo. En la Fig. 4 se muestra que estos datos no se encuentran en *Trigger Event Control Act*, esto se debe, a que se permite colocarlos en la capa de *HL7 Domain Content*.

```

1 <controlActProcess classCode="CACT" moodCode="EVN">
2 <code code="POLB_TE224200"
3 codeSystem="2.16.840.1.113883.1.18"/>
4 <subject typeCode="SUBJ" contextConductionInd="false">
5 </subject>
6 </controlActProcess>

```

Fig. 4. Capa Trigger Event Control Act de mensaje HL7 V3.

HL7 Domain Content comienza con su propio elemento raíz *observationEvent*. Los elementos dentro del mismo especifican el tipo de observación, su identificador, la fecha de la observación, y los resultados como se muestra en la Fig. 5.

```

1 <observationEvent>
2 <id root="2.16.840.1.113883.19.1122.4" extension="1045813"
3 assigningAuthorityName="GHH LAB Filler Orders"/>
4 <code code="1554-5" codeSystemName="LN"
5 codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
6 displayName="GLUCOSE^POST 12H CFST:MCNC:PT:SER:PLAS:QN"/>
7 <statusCode code="completed"/>
8 <effectiveTime value="200202150730"/>
9 <priorityCode code="R"/>
10 <confidentialityCode code="N"
11 codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25"/>
12 <value xsi:type="PQ" value="182" unit="mg/dL"/>
13 <interpretationCode code="H"/>
14 <referenceRange>
15 <interpretationRange>
16 <value xsi:type="IVL_PQ">
17 <low value="70" unit="mg/dL"/>
18 <high value="105" unit="mg/dL"/>
19 </value>
20 <interpretationCode code="N"/>
21 </interpretationRange>
22 </referenceRange>

```

Fig. 5. Capa HL7 Domain Content de mensaje HL7 V3.

También se incluyen en esta capa los datos de la persona que realizó los estudios de laboratorio. Existen dos niveles de información: el nivel profesional y el nivel de persona. Por ejemplo en la Fig. 6, el *id* está en el nivel profesional, mientras que el nombre está en el nivel de persona.

```

1 <author>
2 <time value="200202150730"/>
3 <modeCode code="WRITTEN"/>
4 <signatureCode code="S"/>
5 <assignedEntity>
6 <id root="2.16.840.1.113883.19.1122.3" extension="444-444-4444"/>
7 <assignedPerson>
8 <name>
9 <given>John</given>
10 <family>Perales</family>
11 <suffix qualifier="AC">MD</suffix>
12 </name>
13 </assignedPerson>
14 </assignedEntity>
15 </author>

```

Fig. 6. Datos del autor en la capa HL7 Domain Content.

En la Fig. 7 se visualiza que el paciente también se representa con dos niveles: datos del paciente y datos de la persona.

```

1 <recordTarget>
2 <patientClinical>
3 <id root="2.16.840.1.113883.19.1122.5" extension="444-22-2222"
4 assigningAuthorityName="GHH Lab Patient IDs"/>
5 <statusCode code="active"/>
6 <patientPerson>
7 <name use="L">
8 <given>Albert</given>
9 <family>Scott</family>
10 </name>
11 <asOtherIDs>
12 <id extension="AC555444444" assigningAuthorityName="SSN"
13 root="2.16.840.1.113883.4.1"/>
14 </asOtherIDs>
15 </patientPerson>
16 </patientClinical>
17 </recordTarget>

```

Fig. 7. Datos del paciente en la capa HL7 Domain Content.

La orden de laboratorio se indica en la relación *inFulfillmentOf*, que se identifica por un número que el receptor utilizará para que coincida con los resultados de la orden, esto se muestra en la Fig. 8.

```

1 <inFulfillmentOf>
2 <placerOrder>
3 <id root="2.16.840.1.113883.19.1122.14" extension="845439"
4 assigningAuthorityName="GHH OE Placer orders"/>
5 </placerOrder>
6 </inFulfillmentOf>
7 </observationEvent>
8 </POLB_IN224200>

```

Fig. 8. Datos de la orden de laboratorio de la capa HL7 Domain Content.

5.3 Conexiones HL7 a través de Mirth

Existen diversas herramientas orientadas a agregar soporte HL7 como Mirth que se basa en una serie de bibliotecas que permiten el análisis efectivo de mensajes HL7, a la vez que provee un *framework* completo para la interacción con distintos dispositivos médicos. Mirth es compatible con numerosos protocolos de transferencia utilizados en toda la industria de la salud: HTTP, Base de datos, PDF, TCP / IP,

Servicios Web (SOAP), DICOM, entre otros. También es compatible con numerosos formatos de datos y normas de datos de atención médica como HL7 V2, CDA, HL7 V3, XML, NCPDP, EDI. Por otro lado, Mirth permite la visualización y procesamiento de mensajes como se muestra en la Fig. 9.

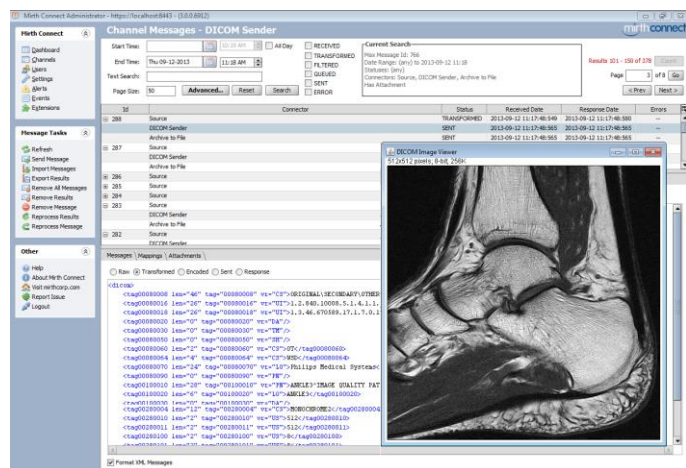


Fig. 9. Procesamiento y visualización de un mensaje con Mirth.

VI. TRABAJO A FUTURO

La siguiente etapa será el desarrollo de la aplicación Web que se base en la arquitectura que se propone en este trabajo y se complementará con la combinación de una Ontología. También se plantea el uso de la nueva especificación FHIR HL7 de HAPI para el análisis y transmisión de los mensajes HL7 V3, así como la utilización de la herramienta Mirth para la conexión con los equipos clínicos digitales.

VII. CONCLUSIONES

La arquitectura que se plantea en este trabajo destaca la importancia de la utilización de estándares nacionales e internacionales de salud para lograr la interoperabilidad entre los diferentes sistemas. Algunos beneficios de contar con una aplicación con las anteriores características son:

1. Disponer de forma inmediata de la información clínica esencial completa de un paciente de forma segura y confidencial.
2. Lograr la interoperabilidad entre equipos digitales y sistemas de información clínica independientemente de que los sistemas para cada uno de los prestadores de servicios de salud sean diferentes.
3. Integrar la información dispersa de los pacientes.
4. Facilitar el proceso de búsquedas de resultados de estudios.
5. Apoyar en la toma de decisiones y agilizar el diagnóstico médico.
6. Asegurar la veracidad de los resultados de estudios de Auxiliarios de Diagnóstico (ya que dicha información se obtendrá directamente del equipo digital y se integrará al ECE).
7. Apoyar el proceso de investigación médica.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico otorgado para la realización de la investigación.

A la empresa internacional Everis México, S. De R.L. De C.V por las facilidades otorgadas para la realización de una estancia académica en sus instalaciones que permitió enriquecer el presente trabajo.

REFERENCIAS

- [1] NORMA Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012, Sistemas de expediente clínico electrónico. Disponible en <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4151/salud/salud.htm>
- [2] Sitio oficial de HL7. Disponible en: <http://www.hl7.org>
- [3] González C., Blobel B., López DM., Ontology-based interoperability service for HL7 interfaces implementation. Studies in Health Technology and Informatics. PubMed. 2010.
- [4] González, L. D., Álvarez, B. L. M., Fernández, O. A., Implementación de estándares DICOM SR y HL7 CDA para la creación y edición de informes de estudios imagenológicos.
- [5] I. De La Torre, R. Hornero, M. López, M. I. López., HL7-CDA and DICOM standards in electronic health records system in ophthalmology. Telehealth/AT '08: Proceedings of the IASTED International Conference on Telehealth/Assistive Technologies. Publisher: CTA Press. 2008.
- [6] Benjamin Jung, DICOM-X Seamless Integration of Medical Images into the EHR, pp.203-207, 18th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'05), 2005.
- [7] Tinnakornsrisuphap, T. Billo, R., An Interoperable System for Automated Diagnosis of Cardiac Abnormalities from Electrocardiogram Data, IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics. Disponible en: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=6809847&isnumber=6363502>
- [8] Fulvio Barbarito, Francesco Pinciroli, John Mason, Sara Marceglia, Luca Mazzola, Stefano Bonacina. Implementing standards for the interoperability among healthcare providers in the public regionalized Healthcare Information System of the Lombardy Region. Journal of Biomedical Informatics, Volume 45 Issue 4. Publisher: Elsevier Science. 2012. Disponible en: [http://www.j-biomed-inform.com/article/S1532-0464\(12\)00007-X/fulltext](http://www.j-biomed-inform.com/article/S1532-0464(12)00007-X/fulltext)
- [9] Nardon, F., Moura, L. (2004) Knowledge Sharing and Information Integration in Healthcare using Ontologies and Deductive Databases. MEDINFO. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.136.9447&rep=rep1&type=pdf>
- [10] Sahay, R. et al. (2011) A methodological approach for ontologising and aligning health level seven (HL7) applications. ARES'11 Proceedings of the IFIP WG 8.4/8.9 international cross domain conference on Availability, reliability and security for business, enterprise and health information systems. Springer.
- [11] Boochever, S. (2004) HIS/RIS/PACS Integration: Getting to the Gold Standard. Radiology Management http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-23300-5_9#page-1
- [12] Ceballos, P. (2011) Integración del Expediente Clínico Electrónico en Instituciones Hospitalarias. HL7 Capítulo México. Disponible en: <http://www.dgis.salud.gob.mx/descargas/pdf/4rnis-ece-04.pdf>
- [13] Documentación XML en el Sitio Oficial W3C. Disponible en: <http://www.w3.org/XML/>
- [14] González, J. R., Adopción del Expediente Clínico Electrónico en México: Revisión del Estado Actual. 2014.
- [15] Departamento de Informática. Ontologías. Universidad de Valladolid. Disponible en: <http://www.infor.uva.es/~sblanco/Tesis/Ontolog%C3%ADas.pdf>
- [16] Revista Tecnología, Gerencia y Educación, Volumen 11 N° 21 Junio 2010. ISSN: 1317-2573
- [17] Sitio Oficial HAPI. Disponible en: <http://hl7api.sourceforge.net/>
- [18] Sitio Oficial Mirth. Disponible en: <http://www.mirthcorp.com/products/mirth-connect>