

UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
VICERRECTORÍA DE FORMACIÓN
DIRECCIÓN DE FORMACIÓN POSTGRADUADA

Infraestructura de software para el almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS

Tesis presentada en opción al título de
Máster en Informática Aplicada

Autor: Lic. Maykell Sánchez Romero

Tutora: MSc. Margarita Mulet Cartaya

Ciudad de La Habana, enero de 2010

Declaración de autoría

Declaro ser autor de la presente tesis y reconozco en la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma con carácter exclusivo.

Para que así conste firmo la presente a los _____ días del mes de enero de 2010.

Lic. Maykell Sánchez Romero

MSc. Margarita Mulet Cartaya

Firma del autor

Firma de la tutora

Síntesis

En la Era de la Información Cuba ha decidido implementar una propuesta revolucionaria de informatización de la sociedad. Su amplio carácter participativo es el rasgo más distintivo. Lograr que todo ser humano se beneficie mediante la aplicación adecuada de la informática y las telecomunicaciones es una idea que enfoca el trabajo del pueblo cubano.

La informatización de los servicios y dentro de ellos de los servicios médicos es una de las tareas estratégicas más importantes. El desarrollo y uso de software de calidad tiene un impacto directo sobre la calidad de los servicios médicos y sobre la salud del paciente.

La historia clínica consta de un registro donde se acumulan cada uno de los episodios clínicos de un paciente, en soporte de papel. Debido al rápido deterioro que sufre el papel con el paso del tiempo muchos de los datos recogidos se vuelven ilegibles e inservibles. En la misma medida en que los registros médicos crecen en volumen se van volviendo humanamente inmanejables; la recuperación y análisis de la información acumulada se dificulta al no contar con herramientas automatizadas para la tarea. Por ello la detección temprana de epidemias, el estudio de los diferentes indicadores de sanidad o la investigación de casos con fines docentes o científicos no es tan eficiente como pudiese ser.

El paso necesario es la informatización de la historia clínica, evolucionando a un nuevo paradigma: la Historia Clínica Electrónica. La Historia Clínica Electrónica se entiende como un sistema o conjunto de sistemas que posibilitan la creación y almacenamiento digital de los episodios clínicos de un paciente, así como su consulta en cualquier momento por el personal autorizado y por el paciente. La forma básica para la consulta de la Historia Clínica Electrónica es el Visor de Historias Clínicas, una aplicación que permite un fácil acceso al historial clínico del paciente. Con la Historia Clínica Electrónica se asientan las bases para la gestión eficiente de los episodios clínicos de cada paciente, con el consecuente respaldo a la labor del médico en la prestación de sus servicios.

La informatización de la historia clínica no se puede realizar ajeno al estado del arte. El estudio de estándares como CDA y OpenEHR para la creación y persistencia de documentos clínicos, así como disponer de las herramientas para su uso es fundamental. Resulta igualmente necesaria la disposición de una biblioteca de clases para el manejo de mensajería HL7 para el intercambio de documentos y otros datos.

Palabras claves

estándar, gestión hospitalaria, HL7, integración, informatización cubana, historia clínica electrónica, CDA

Índice general

Introducción	8
Antecedentes	8
Actualidad, importancia y trascendencia	9
Formulación del problema a resolver	10
Objeto de estudio	10
Campo de acción	10
Objetivo general	10
Objetivos específicos	11
Contribución intelectual	11
Organización del documento	12
1. Fundamentación teórica	13
1.1. Modelos funcionales	13
1.1.1. Modelo metafuncional de referencia japonés	15
1.1.2. Modelo funcional del IOM	15
1.1.3. Modelo funcional de HL7	16
1.2. Estándares y la Historia Clínica Electrónica	17
1.2.1. Necesidad del uso de estándares	17
1.2.2. Estado de los estándares en entornos hospitalarios	17
1.2.3. Tipos de estándares en entornos hospitalarios	18
1.2.4. Estándares de formato para la comunicación entre sistemas de gestión hospitalaria	20
1.2.5. Estándares para el almacenamiento de la Historia Clínica Electrónica	26
1.3. Sistemas automatizados existentes asociados al campo de acción	27
1.3.1. Ffehr	27
1.3.2. FreeMedForms	27
1.3.3. GNUmed	28
1.3.4. Kewan	28

1.4.	Herramientas	28
1.4.1.	Eclipse	28
1.4.2.	Generación de artefactos a partir de XML-schema	28
1.4.3.	JavaServer Faces	29
1.4.4.	Facelets	30
1.4.5.	RichFaces	30
1.4.6.	Controles Seam JSF	30
1.4.7.	Seam	30
1.4.8.	EJB 3	31
1.4.9.	JPA	31
1.4.10.	PostgreSQL	31
1.4.11.	Motores de plantillas	32
1.5.	Patrones de diseño	33
1.5.1.	Patrón Modelo-Vista-Controlador	33
1.6.	Conclusiones	33
2.	Sistema de Información Hospitalaria alas HIS	35
2.1.	Módulos del Sistema de Información Hospitalaria alas HIS	35
2.1.1.	Módulo de Admisión	36
2.1.2.	Módulo de Almacén	36
2.1.3.	Módulo de Anatomía Patológica	36
2.1.4.	Módulo de Banco de Sangre	37
2.1.5.	Módulo de Bloque Quirúrgico	37
2.1.6.	Módulo de Citas	38
2.1.7.	Módulo de Consulta Externa	38
2.1.8.	Módulo de Emergencias	39
2.1.9.	Módulo de Enfermería	39
2.1.10.	Módulo de Epidemiología	39
2.1.11.	Módulo de Estadísticas	40
2.1.12.	Módulo de Farmacia	40
2.1.13.	Módulo de Hospitalización	41
2.1.14.	Módulo de Laboratorio	41
2.2.	Conclusiones	41
3.	Implementación de la infraestructura de software	42
3.1.	Hermes: biblioteca de clases de respaldo a los estándares HL7 y CDA	43
3.1.1.	Análisis crítico sobre la biblioteca de clases Hermes	45
3.1.2.	Creación de documentos a través de plantillas	45

3.1.3. Generación en código <i>versus</i> generación mediante plantillas	46
3.2. Guía de Implementación de CDA	48
3.2.1. Objetivo	48
3.2.2. Alcance	48
3.2.3. Metodología	53
3.2.4. Anotaciones generales	53
3.2.5. Cabecera de los documentos CDA	54
3.2.6. Cuerpo de los documentos CDA	62
3.3. Visor de Historias Clínicas Electrónicas	67
3.3.1. Descripción arquitectónica	67
3.3.2. Modelo de datos del sistema	71
3.3.3. Modelo de implementación	73
3.3.4. Componentes relevantes	78
Conclusiones	80
Bibliografía	81
Anexos	86
Anexo A	86
Anexo B	89

Índice de figuras

1.1. Ejemplo de mensaje HL7 v2.3.1 según codificación estándar. Se resaltan los segmentos del mensaje.	24
1.2. Clases fundamentales del Modelo de Información de Referencia[4].	25
3.1. Encabezado de todo documento XML.	54
3.2. Encabezado de un documento CDA.	54
3.3. Elemento typeld	55
3.4. Elemento id	55
3.5. Elemento templateId	56
3.6. Elemento code	56
3.7. Elemento title	57
3.8. Elemento effectiveTime	57
3.9. Elemento recordTarget	59
3.10. Elemento author	60
3.11. Elemento custodian	61
3.12. Elemento legalAuthenticator	61
3.13. Elemento participant	62
3.14. Elemento relatedDocument	63
3.15. Elemento component	63
3.16. Elemento structuredBody	65
3.17. Elemento entry	66
3.18. Modelo de datos del sistema.	72
3.19. Subsistema de implementación.	75
3.20. Subsistema de implementación, por capas.	76
3.21. Diagrama de despliegue.	77
3.22. Modelo de ejecución de FreeMarker[45].	78

Índice de cuadros

3.1. Comparación de tiempos de generación de documentos utilizando Hermes y utilizando las plantillas FreeMarker.	47
3.2. Atributos comunes a todas las entidades.	73
3.3. Descripción de la tabla hc_numero_hc.	73
3.4. Descripción de la tabla hc_documento_clinico.	74
3.5. Descripción de la tabla hc_medico.	74
3.6. Valores que pueden ser asociados al atributo <i>extension</i> del elemento templateld	88

Introducción

Antecedentes

Hacia la década de 1970 comienzan a surgir los primeros sistemas de información aplicados a la medicina y los cuidados de salud, que posteriormente dieron lugar a los actuales Sistemas de Información Hospitalaria (HIS, por sus siglas en inglés). Con el desarrollo de la tecnología y con la amplitud y complejidad inherente al dominio de los cuidados de salud, la aplicación de los HIS se fue tornando más trabajosa determinando la creación de diferentes sistemas de información especializados. Tales sistemas, al no tener en cuenta vías de comunicación estandarizadas, comenzaron a aislarse y crear las llamadas "islas de información" que introducen directa o indirectamente nuevos problemas asociados a la gestión y seguridad de la información del paciente, del personal y de las instituciones sanitarias. Uno de estos sistemas es el Sistema de Gestión de la Historia Clínica o simplemente Historia Clínica Electrónica (HCE).

La historia clínica fue evolucionando desde sus orígenes en la época hipocrática hasta el momento actual. Al inicio los registros almacenaban el curso de las enfermedades del paciente según las experiencias y observaciones de los mismos. Posteriormente el médico empezó a ganar protagonismo y se comenzó a registrar lo que sus sentidos podían percibir sobre el estado del paciente. Este modo de obtención de información se fue perfeccionando en la medida en que se fueron desarrollando instrumentos de exploración. Con el desarrollo de las tecnologías se generó una gran diversidad de fuentes de datos al poderse realizar muchos más exámenes complementarios. Fue entonces que se cambió la manera en que se estructuraba la información en los registros, que generalmente era de manera cronológica, para orientarla en el contexto de problemas específicos según el esquema SOEP: Subjetivo, Objetivo, Evaluación, Plan. El desarrollo tecnológico alcanzado hasta nuestros días supone un nuevo cambio de paradigma: la HCE. En ella el registro médico reside en un sistema informático diseñado para dar un mejor apoyo a los médicos brindando mayor seguridad a los datos, además de alertas, recordatorios, soporte a toma de decisiones y generación de nuevos conocimientos.

Actualidad, importancia y trascendencia

El fenómeno de la aplicación de las nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) es más activo en los países del primer mundo. Se reconoce que "la introducción de la informática y su amplia utilización en el mundo, han implicado un importante cambio en la economía, particularmente en los países más industrializados" [19].

En este contexto emerge el conocimiento como un nuevo factor con un marcado carácter estratégico. A diferencia de otras naciones subdesarrolladas y como una de las obras cumbres de la Revolución, Cuba ha logrado una alta calificación de sus profesionales, lo cual facilita la introducción de las TICs en la práctica social. De cara a la era de la información, Cuba ha decidido implementar una propuesta revolucionaria de informatización de la sociedad. Concretar el concepto de informatización de la sociedad, entendido como "la utilización ordenada y masiva de las tecnologías de la información y las comunicaciones en todas las esferas de la sociedad" [40] reviste gran beneficio para el pueblo debido a que el amplio carácter participativo es uno de los rasgos más distintivos de su sociedad. Lograr que todo ser humano se beneficie mediante la aplicación adecuada de la informática y las telecomunicaciones es la idea que enfoca el trabajo de los cubanos.

La informatización de los servicios, y dentro de ellos los servicios médicos, es una de las tareas estratégicas, pues el desarrollo y uso de tecnologías de calidad en este sector tiene un impacto directo sobre la mejora de las atenciones médicas y la salud del paciente. Aunque la salud del paciente es lo más importante se debe añadir que los servicios médicos representan un costo no despreciable en la economía del país, especialmente aquellos que son responsables por la restauración de la salud[20][38].

La informatización del sector sanitario es una de las tareas más importantes a las que se enfrentan hoy los profesionales de la informática en Cuba. Ingentes esfuerzos nacionales se han realizado en la implementación de softwares de gestión. Un paso lógico en este sentido es utilizar las TICs.

Dentro de la gestión hospitalaria un área importante para la prestación de los servicios es el Archivo, pues en él se almacena la historia clínica de cada paciente. La historia clínica es el conjunto de documentos que contienen los datos, valoraciones, atenciones, observaciones, tratamientos e informaciones de cualquier índole sobre la situación clínica de un paciente a lo largo del proceso asistencial durante toda su vida. Los documentos pueden ser tanto texto como gráficos.

De esta forma han surgido programas que informatizan la gestión de historias clínicas, pero no observan las directivas y propuestas de estándares internacionales, por lo cual los datos recogidos por ellos carecen de sentido para otros sistemas no compatibles y se llega a perder el carácter continuo de la historia clínica.

Formulación del problema de investigación

La historia clínica como existe actualmente recoge importantes documentos sensibles a las condiciones climáticas y con una alta tasa de deterioro porque se utiliza el papel como soporte de persistencia. Además, debido a las dificultades de réplica propias del papel, permanece fragmentada entre los diferentes hospitales donde el paciente ha recibido atenciones médicas, por lo cual procesos como el de segundas opiniones médicas a veces no son tan inmediatos como la urgencia indica. La historia clínica en muchos casos carece de documentos, perdidos cuando se es irresponsable con la custodia de éstos. Adicionalmente la ilegibilidad de la caligrafía que usualmente presentan los galenos es otro factor que influye sobre la calidad de las atenciones médicas, y esto unido a la gran cantidad de documentos que se llegan a acumular en una historia clínica limita de forma crítica los análisis estadísticos de variables de mortalidad, morbilidad, epidemiológicas, de uso de materiales, de tendencias en ciertas poblaciones, incidencia de nuevas enfermedades, etc.

En este sentido se determina como el problema a resolver: **¿cómo facilitar el almacenamiento y consulta de la información relacionada con las historias clínicas en los centros de salud?**

Objeto de estudio

Se define como objeto de estudio **el proceso de gestión de la información en las instituciones hospitalarias.**

Campo de acción

El campo de acción queda determinado por **los procesos de almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS.**

Objetivo general

El objetivo general es **desarrollar una infraestructura de software, basada en estándares internacionales, para facilitar el almacenamiento y consulta de la Historia Clínica Electrónica del sistema alas HIS.**

Objetivos específicos

- Crear una biblioteca de clases que respalde la creación de mensajes para la comunicación estandarizada entre subsistemas de gestión hospitalaria y la persistencia de los documentos clínicos en formatos normalizados internacionalmente.
- Redactar una guía que pauté el uso del estándar para la persistencia de los documentos clínicos.
- Crear un API para la persistencia de los documentos clínicos del Sistema de Gestión Hospitalaria alas HIS.
- Implementar un subsistema para la visualización de los documentos clínicos del Sistema de Gestión Hospitalaria alas HIS.

Contribución intelectual

Con el desarrollo del trabajo se contribuye en:

- La facilitación de las actividades de almacenamiento, consulta e intercambio de los documentos clínicos.
- La creación de una biblioteca de clases que permite el uso del estándar HL7 y CDA.
- La redacción de una Guía de Implementación de CDA.
- La solución de problemas de estandarización de la Historia Clínica Electrónica en el Sistema de Información Hospitalaria alas HIS.
- La implementación del Visor de Historias Clínicas Electrónicas del Sistema de Información Hospitalaria alas HIS.

Organización del documento

El documento consta de 3 capítulos:

Captulo 1: Se realiza una fundamentación teórica donde se revisan conceptos y se estudian modelos funcionales que abordan los Sistemas de Historias Clínicas. También se fundamenta la necesidad de estándares y se exponen las herramientas a utilizar en la implementación de la solución.

Captulo 2: Se exponen aspectos del Sistema de Información Hospitalaria alas HIS. Los mismos son fundamentales en la comprensión del sistema y la necesidad de implementación de la Historia Clínica Electrónica.

Captulo 3: Se expone la implementación de la solución. Inicialmente se describe la creación de la biblioteca de clases de soporte a la mensajería para la comunicación estándar y la creación normalizada de documentos clínicos. A continuación se define la Guía de Implementación de CDA para el Sistema de Información Hospitalaria alas HIS. Finalmente se realiza una descripción de la arquitectura, del modelo de datos y del modelo de implementación del Visor de Historias Clínicas Electrónicas y se explican otras componentes relevantes.

Capítulo 1

Fundamentación teórica

1.1. Modelos funcionales

La Historia Clínica Electrónica(HCE) a evolucionado desde su temprana concepción de mero almacén pasivo de datos sobre el paciente hasta la actualidad, donde se le considera una componente fundamental de cualquier sistema de información hospitalaria con énfasis no sólo en la adquisición y almacenamiento de los datos clínicos, sino también en su recuperación rápida, procesamiento automático e intercambio con otros sistemas. El consorcio del proyecto Good European Health Record señala que el registro médico debe ser una colección de datos y hechos registrados en forma manuscrita, gráficamente o en formato electrónico, como medio para preservar el conocimiento. Debe constituir un diario de información de datos clínicos, registrados en un tiempo y lugar, por un profesional de la salud, accesible en todo momento y lugar por profesionales autorizados, y compartido entre diferentes sistemas [23]. En la concepción del Instituto de Medicina(IOM) de las Academias Nacionales de Estados Unidos[37], se destacan los siguientes aspectos de la HCE:

- una colección longitudinal de información de salud sobre personas.
- acceso inmediato hasta el nivel de información de paciente y de población sólo por el personal autorizado.
- provee conocimiento y soporte a decisiones para mejorar la calidad, seguridad y eficiencia de los cuidados médicos.

Se debe destacar que el acceso inmediato al cual se hace referencia en el segundo aspecto incluye también al paciente de manera que el mismo ha pasado a realizar un rol activo en los cuidados de su salud [32].

La implementación real de la historia clínica en nuestros días es la del registro de datos y tratamientos clínicos que se recogen en papel. La tasa de adopción de sistemas de gestión de HCE aún es baja según estudios[22] y la gran mayoría de los desarrollos al respecto se llevan a cabo en Europa. Quienes aún no tienen informatizada la historia clínica se enfrentan a diario con las limitaciones propias del soporte en papel:

- **Accesibilidad:** solamente puede ser utilizada por una persona a la vez.
- **Difícil organización:** pues la organización básica raramente responde a más de un criterio, comúnmente el orden cronológico. De esta forma se hace muy trabajoso para los médicos encontrar información relevante en casos en los cuales la organización por problemas de salud, medicamentos o tratamientos aplicados, etc. es crítica para la prestación del servicio médico.
- **Fragmentación:** sucede cuando el paciente es atendido en varios centros de salud, los cuales generan documentos clínicos de difícil réplica, pues no se cuenta con el suficiente papel para realizar la cantidad de copias necesarias por cada paciente.
- **Falta de seguridad:** pues no hay registro sobre quién leyó en los documentos, quién realizó copias sobre ellos.
- **Crecimiento en espacio:** que sucede por la naturaleza acumulativa de los registros médicos. Este crecimiento provoca un verdadero problema por límite de espacio para los departamentos de Archivo de los centros hospitalarios.
- **Bajo potencial de investigación:** pues es casi imposible buscar en tantos documentos y abstraer la información necesaria para realizar una investigación sobre una población.
- **Legibilidad:** ha sido fuente de muchos problemas la forma en que escriben los médicos y las diferentes lecturas que se pueden dar a sus notas.

Con la informatización de la historia clínica no sólo se mejoran estas limitaciones, además se brindan otras ventajas como es el potencial para múltiples vistas de la información en dependencia de la necesidad del cliente. De esta forma un mismo dato se puede ver de forma tabular, como gráfico de barras, listas, organigramas, etc. Otras características que representan ventajas es la posibilidad de analizar tendencias para un paciente o para una población, o la posibilidad de realizar resúmenes automáticos de la información acumulada.

La implementación de la HCE debe responder a las necesidades que se tenga en cada centro de salud y generalmente se ve limitada por las tecnologías disponibles. No son pocos los investigadores y organizaciones que a raíz de estudios realizados esbozan modelos funcionales para historias clínicas electrónicas tratando de minimizar las diferencias que pueden existir entre diferentes implementaciones.

1.1.1. Modelo metafuncional de referencia japonés

A partir de un estudio en varios hospitales de Japón y observando las diferencias que pueden imponer las limitaciones tecnológicas y el uso diferente de los conceptos en el ámbito hospitalario se concluye que los mismos pueden causar problemas al tratar de compartir datos clínicos entre instituciones de salud. Debido a esta situación eran pocos los hospitales en adoptar sistemas de HCE. Partiendo de este punto el Ministerio de Salud de Japón trazó estrategias para la creación de una plataforma de respaldo a la adopción de la HCE. Una de las componentes de la plataforma es el modelo funcional. Para llegar a obtener el modelo los investigadores realizaron un levantamiento de requisitos en cinco hospitales japoneses, listaron cada una de las funciones obtenidas y las modelaron con un formato para la descripción de funcionalidades para sistemas de HCE. El aporte japonés radica en la construcción del modelo metafuncional dirigido a representar estructuras funcionales y sus relaciones, el cual permite una clasificación de las funciones en dependencia de sus tipos de elementos descriptivos funcionales, todo ello con el fin de aclarar las similitudes y diferencias entre las funcionalidades. De esta manera se brinda una plataforma formal para la descripción de las funcionalidades de los sistemas, lo cual constituye una ventaja sobre las descripciones meramente textuales[53].

1.1.2. Modelo funcional del IOM

El IOM realizó un estudio[37] sobre las funcionalidades que debía tener una HCE, entre las cuales resaltan:

- Gestión de la información de salud: relaciona toda la información referente a los problemas de salud del paciente y sus antecedentes, tratamientos, alergias, evoluciones y visitas a centros de salud.
- Gestión de resultados: donde se recogen todos los resultados de exámenes de laboratorio, de estudios imageneológico, etc.
- Soporte a la toma de decisiones: donde se permitan análisis de los datos recolectados para tomar decisiones de tratamientos a un paciente o a una población observando el comportamiento de variables epidemiológicas.
- Soporte al paciente: para enviar información al paciente sobre su salud, tratamientos a seguir, etc.
- Sistema de reportes: para enviar informes automáticos a instancias nacionales.

Un aporte importante del IOM fue la definición de cinco criterios de calidad para la clasificación de las funcionalidades de una HCE. Los criterios son:

- Mejorar la seguridad de los pacientes.
- Dar soporte para un cuidado efectivo del paciente.
- Facilitar el manejo de los padecimientos crónicos.
- Mejorar la eficiencia del cuidado del paciente.
- Viabilidad de la implementación de la funcionalidad.

1.1.3. Modelo funcional de HL7

En 2007 el Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (ANSI, por sus siglas en inglés) aprobó como estándar una propuesta de modelo funcional para HCE. La misma fue presentada por la organización HL7 (*Health Level Seven*) y estuvo basada en trabajos anteriores, como el modelo funcional de IOM, y representa un modelo funcional a tener en cuenta en la implementación de HCE en el cual se provee un listado exhaustivo de funciones que pueden formar parte de una HCE. El listado, escrito desde el punto de vista del usuario, está organizado en perfiles funcionales los cuales brindan una descripción estándar por cada criterio o perfil. Las funciones están divididas en tres grupos:

- Funciones de atención directa: son aquellas que prestan asistencia sanitaria y soporte a la toma de decisiones.
- Funciones de soporte: proveen la información administrativa y económica necesaria para la correcta realización de las actividades clínicas. También intervienen en la entrega de datos a otros sistemas.
- Funciones de la infraestructura de la información: son aquellas que ayudan a la ejecución de las funciones de atención directa y las de soporte. Están muy relacionadas con la seguridad.

Estas tres secciones están divididas en otras subsecciones que permiten un mayor grado de especificación para las funciones. De manera ortogonal a la definición y clasificación de las funciones por secciones existen los perfiles funcionales. Los mismos son colecciones de funciones pertenecientes a varias secciones para un uso específico.

A partir de la definición del modelo funcional de HL7, así como de sus perfiles funcionales, se provee una plataforma estándar para la estructuración y validación por funcionalidades de la HCE.

1.2. Estándares y la Historia Clínica Electrónica

1.2.1. Necesidad del uso de estándares

En las redes intrahospitalarias pueden llegar a coexistir varios sistemas de gestión que informatizan los procesos de los departamentos de un hospital. En el mejor de los escenarios, el proveedor de los sistemas es el mismo por lo que las aplicaciones podrían interoperar sin dificultades. Pero este no es el caso que abunda. Lo cierto es que la mayoría de las veces, al tratar de desplegar un sistema en un hospital ya existen otros a los cuales se debe tener en cuenta para obtener datos a partir de ellos o proveérselos.

La madurez alcanzada por las tecnologías de redes de computadoras y los desarrollos de los procesos y exigencias de los servicios médicos marcan las pautas de evolución de los HIS. En los momentos actuales una de las características emergentes es la posibilidad de las aplicaciones de integrar sus tecnologías e información. Esta posibilidad es convertida en imperiosa necesidad cuando se pueden palpar los beneficios percibidos por los pacientes y galenos en la adquisición y prestación de un servicio cualitativamente mejor.

En el centro de las soluciones que hacen posible la integración, independientemente del proveedor del sistema, está el uso de estándares. Un estándar es un conjunto de reglas y definiciones que sirven como modelo, guía, norma, patrón o referencia y que son aplicadas a un dominio específico. Los estándares sirven como normas para las interfaces de comunicación contribuyendo de forma fiable y aprobada a la conexión de los componentes sin los cuales los sistemas no podrían funcionar correctamente.

1.2.2. Estado de los estándares en entornos hospitalarios

El área de los estándares en entornos hospitalarios se encuentra en constante cambio, por lo cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) recomiendan estar atentos a la evolución de las recomendaciones de los organismos técnicos internacionales, nacionales y las organizaciones profesionales que trabajan en la investigación sobre estándares[38][18].

Las especificaciones o reglas pueden evolucionar de diferentes formas hasta llegar a convertirse en estándares. Las siguientes categorías corresponden a los modos de evolución principales de cierta especificación hasta devenir en estándar:

- **Estándar de facto:** es una especificación de amplia implementación y pueden ser abiertos o de propiedad. El público puede obtener una especificación de los estándares de facto abiertos y existe un proceso para el control de la evolución de la misma.
- **Estándar de jure:** es una especificación que emana de una organización internacional, una institución gubernamental o un grupo con condición jurídica. El proceso de definición del

estándar debe tener un amplio carácter participativo y generalmente es un proceso lento hasta llegar al consenso.

- **Consortios:** son organizaciones sin fines de lucro financiados por miembros con intereses en definir normas para sistemas abiertos.

Los estándares son acreditados e impulsados por organizaciones regionales, nacionales e internacionales, que dan visto bueno de sus especificaciones y las publican. Entre las organizaciones más reconocidas y que son de referencia obligatoria están:

ISO: (*International Organization for Standardization*) es una organización internacional no gubernamental que produce normas internacionales. Está compuesta por representantes de los organismos de normalización nacionales. ISO es un órgano consultivo de la Organización de Naciones Unidas(ONU) y colabora con la Comisión Electrónica Internacional, que estandariza los equipos electrónicos.

IEEE: (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) es una organización internacional sin fines de lucro dedicada a la estandarización. Agrupa a más de 36000 miembros representando a 175 países y sus estándares son basados en el consenso de los miembros.

ANSI: es una organización sin ánimos de lucro que se encarga de velar por el desarrollo de los estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.

En los entornos hospitalarios existen diversos tipos de estándares que tienen una evolución más o menos activa en dependencia del dominio a estandarizar y de los desarrollos de las investigaciones en este sentido.

1.2.3. Tipos de estándares en entornos hospitalarios

Atendiendo a las diferentes categorías de información, en el sector de la salud se han desarrollado diferentes estándares:

Estándares del identificador: especifican normas para identificar de manera única a los pacientes, centros de salud, médicos y productos.

Los estudios más urgentes se realizan para las normas de identificación del paciente. La necesidad de asignar a cada paciente un identificador universal es grande pues incide en la calidad del seguimiento sanitario que se le brinda. En algunas naciones se considera el número de identidad, en otros el número de pasaporte, otros utilizan algoritmos que generen identificadores únicos a partir de datos del paciente. En Estados Unidos se utiliza el Número de Seguridad Social(SSN), pero las críticas van dirigidas a que no todos los ciudadanos

estadounidenses tienen un SSN. El comité E31.12 de la *American Society for Testing and Materials* (ASTM) ha desarrollado la Guía para un Identificador de Salud Universal.

La identificación de los médicos es un área más estable. "La HCFA (Administración de Financiamiento de la Sanidad) ha creado un identificador de proveedores ampliamente usado conocido como UPIN (Número de Identificación Internacional de Médicos). El UPIN es asignado a los médicos." [39] En nuestro país los galenos tienen un número de registro médico que lo identifica de modo único en el país.

Aunque los estándares del identificador han alcanzado cierto estado de madurez, la realidad es que son esfuerzos nacionales y en general no existe un consenso o aceptación universal.

Estándares de contenido y estructura: están dirigidos al registro computarizado de pacientes y los registros dentales. Están siendo desarrollados por los comités E31.12 y E31.19 de la ASTM.

Estándares para la representación de datos clínicos: tratan de representar diagnósticos y procedimientos. Existen más de un centenar de estándares.

Estándares de confidencialidad, seguridad de datos y autenticación: están en desarrollo y buscan normas para la seguridad de los datos. Surgen a partir de la digitalización de los registros computarizados y del surgimiento de las redes de atención de salud.

Estándares de indicadores de calidad: identifican datos para apoyar la medición del rendimiento de la calidad de la atención al paciente, la eficiencia de los servicios médicos y la utilización de las finanzas. La OMS y la OPS promueven el uso de diferentes indicadores.

Estándares de comunicación: los estándares de comunicación pueden ser clasificados al menos en dos tipos atendiendo a las funciones específicas.

Los estándares de transporte comprenden protocolos para el envío y recepción de la información. Estos estándares no son propios de las necesidades de las aplicaciones del sector hospitalario, sino que pertenecen a una categoría horizontal necesaria en cualquier software independientemente de sus especificidades. Los mismos evolucionan con la evolución de las tecnologías de hardware y software para redes.

Los estándares de formato estructuran los datos a ser intercambiados entre sistemas. Debido a que los datos a intercambiar en entornos hospitalarios son diferentes de otros tipos de datos, los estándares de formato del sector de la salud son propios del mismo. En general, norman la organización de los datos a intercambiar, las situaciones bajo las cuales se debe establecer la comunicación. Los estándares de formatos han alcanzado cierto estado de madurez y existe experiencia en su uso para la integración de las aplicaciones. La evolución de estándares de formato va señalada por la evolución de la tecnología.

Los estándares de formato para la comunicación son los que establecen el modo de interacción entre sistemas de información hospitalaria. Las diferentes normas definidas, su dominio y uso son aspectos a abordar.

1.2.4. Estándares de formato para la comunicación entre sistemas de gestión hospitalaria

Diversos estándares de formato han sido desarrollados. Algunos han evolucionado a la par de los intereses del sector por lo cual su aplicación es más extendida.

ASC X12N

ASC X12N (*Accredited Standards Committee X12*) surge con el fin de definir el formato de los mensajes para realizar las transacciones de pagos y facturas. Ha sido acreditado por la ANSI, agrupa a una familia de estándares y en Estados Unidos es muy utilizado por los grupos aseguradores. Algunos (sub)estándares son:

- ASC X12 834: define las transacciones para la inscripción y el mantenimiento de los productos.
- ASC X12 270: establece las transacciones para la petición de beneficios de cuidados médicos.
- ASC X12 148: norma las transacciones para informes de enfermedades, lesiones o accidentes.
- ASC X12 835: determina el conjunto de transacciones para realizar un pago o detallar un aviso de pago.
- ASC X12 837: define las transacciones para la demanda de cuidados médicos. Este conjunto de transacciones puede ser usada para pedir información de facturas sobre cuidados médicos.
- ASC X12 274: norma las transacciones para el intercambio de información del paciente. La información puede incluir datos clínicos y demográficos.

Los estándares se centran fundamentalmente en el intercambio de información importante para las finanzas, pero son pobres respecto al intercambio de información del paciente y de procedimientos.

ASTM

La familia de estándares de ASTM definen el formato de los mensajes para diferentes tipos de transacciones. Está acreditado por la ANSI.

Algunas transacciones son:

E1238: para transferencia de observaciones clínicas. Permite identificar al paciente, enviar solicitudes e informes de pruebas. No tiene soporte para imágenes. Ha sido incorporado a HL7.

E1394: para transferencia entre instrumentos clínicos y sistemas computarizados.

E1460: define y comparte bases de conocimientos médicos a través de la sintaxis Arden (Arden Syntax) los cuales son utilizados en sistemas de apoyo a la decisión médica.

E1467: para la transferencia de las señales neurofisiológicas. Se definen los códigos y estructuras para transmitir la señal y los resultados de los estudios. Cubre un amplio espectro de señales neurofisiológicas.

Este estándar está siendo adoptado por muchos fabricantes de equipos estadounidenses. Su uso es más extendido en la comunicación entre equipos de laboratorios y sistemas de gestión.

MEDIX

MEDIX es una propuesta en desarrollo, de la Sociedad de Ingeniería en Medicina y Biología de la IEEE, que basado en los estándares del modelo OSI (*Open System Interconnection*) de la ISO guía la implementación y evolución de varios esquemas compatibles. Para la especificación de los mensajes toma como punto de partida las definiciones de mensaje abstracto del estándar HL7.

HXP

HXP es un estándar surgido propuesto para el intercambio de datos y utilizado en la implementación del HIS Care2x. A diferencia de los demás estándares, HXP norma el uso del protocolo RPC (*Remote Procedure Call*) para el transporte de sus datos.

Consiste en mensajes con formato XML que pueden ser intercambiados entre las aplicaciones realizando llamado a funciones a través de la red. Para ello establece un diccionario de llamadas a procedimientos donde están documentados:

- las descripciones de las llamadas a los procedimientos.
- el propósito de la llamada a los procedimientos.
- la descripción de los parámetros, tipos y valores necesarios.
- los tipos de datos de respuesta.
- la posibles códigos de error y su significado.

Cada versión del diccionario de HXP asegura compatibilidad con versiones anteriores.

El uso del estándar RPC asegura que los procedimientos puedan ser publicados en la red de forma que cualquiera pueda utilizarlos sin mayores percances. En todo momento la comunicación que se realiza está basada en el protocolo HTTP, con lo cual evita ser bloqueada por barreras de seguridad.

En internet existen bibliotecas de clases que implementan HXP. Las mismas se proveen en varios lenguajes y plataformas de programación: PHP, Java, C, C++, Python, Microsoft.Net, Ruby, entre otros.

Aunque se conoce del uso de HXP en el sistema Care2x actualmente el protocolo se encuentra en una versión de prueba y no se tiene referencia de su uso en otro sistema.

HL7

HL7 establece transacciones para el envío y recepción de datos sobre el paciente. El mismo brinda soporte a los procesos de inscripción, admisión, transferencias, egresos, pagos, órdenes y resultados de exámenes de laboratorio, observaciones médicas y de enfermería, órdenes de farmacia, órdenes de dieta, etc. Es un estándar muy implementado por proveedores a nivel internacional, por lo cual es considerado el estándar clínico más importante (65 % según HIMSS)¹ [41].

El estándar ha sido desarrollado por el consorcio HL7 teniendo en cuenta otros esfuerzos de estandarización y con la cooperación de los comités de desarrollo de estándares de ASC X12N, ASTM, ACR/NEMA, IEEE(MEDIX). De esta forma es compatible con el estándar ASTM E1238. Actualmente se desarrollan dos series de versiones: las 2.x y la 3.0.

Es un estándar acreditado por la ANSI en la serie 2.x y adicionalmente por la norma ISO/HL7 21731:2006 para su versión 3.0. La adopción del estándar es un fenómeno mundial que se concreta en las diferentes organizaciones regionales o nacionales que han surgido para el seguimiento de la evolución del mismo y en apoyo a su desarrollo y aplicación en problemas concretos. Así se pueden mencionar: HL7-Brasil, HL7-Canadá, HL7-Costa Rica, HL7-Argentina, HL7-Australia, HL7-España, HL7-Japón. Se debe destacar que cabe la posibilidad de que estas comunidades no sean una mayoría en el país debido a la fragmentación que sufre el sector sanitario en muchas de las naciones, pero al parecer son las más organizadas. Ningún otro estándar, en el dominio de aplicaciones de gestión hospitalaria, cuenta con una membresía tan activa y organizada como la de HL7, que además de las iniciativas nacionales antes mencionadas cuenta con los esfuerzos y la cooperación de otras organizaciones de estandarización y con fabricantes de aplicaciones y equipamiento para la salud. La membresía considera, previo pago de cuota de inscripción, un amplio rango de cooperantes que va desde estudiantes hasta organismos gubernamentales y que participan de un modo más o menos activo en dependencia de sus intereses y el pago.

¹HIMSS: *Healthcare Information and Management Systems Society*, Sociedad para Sistemas de Administración e Información Hospitalarios

HL7 define mensajes abstractos que corresponden a una estructura de organización de la información y descripción de sus tipos de datos independientemente de su codificación. De este modo, cualquier implementador podría adoptar un tipo de codificación atendiendo solamente a la estructura de los mensajes. La documentación del estándar provee varias vías de codificación que pueden ser utilizadas.

La versión 2.x

La serie 2.x comprende las versiones 2.1, 2.2, 2.3, 2.3.1, 2.4, 2.5 y 2.6. Todas ha sido acreditadas por la ANSI.

En general, un mensaje HL7 queda definido como un conjunto de datos agrupados en estructuras sintáctico-semánticas siguiendo una jerarquía de composición. En la base están los tipos de datos, que establecen dominios de valores admisibles para la representación de la información. Muchos tipos de datos son tabulados y definidos sus valores por el estándar, mientras otros pueden ser definidos por los implementadores en consonancia con el contexto de aplicación. Los tipos de datos pueden ser simples o estar compuestos por otros tipos de datos.

Los tipos de datos son agrupados en campos. Los campos corresponden a una organización lógica de datos y aportan un nivel semántico, por cuanto abstraen de los valores y se centran en la organización de los mismos.

Los campos son agrupados en segmentos. Los segmentos corresponden a un nivel semántico superior y definen categorías más cercanas a los objetos reales y sus roles en una situación determinada en un hospital. Existen segmentos para recoger los datos demográficos del paciente, los datos de acompañante, los datos de una orden, etc.

Finalmente los segmentos componen los mensajes. Los mensajes son definidos en dependencia de la ocurrencia de eventos o procesos hospitalarios como pueden ser la admisión de un paciente, la transferencia de sala, la remisión de órdenes de laboratorio, etc. El estándar provee una gran cantidad de mensajes y segmentos que representan el universo semántico de los procesos hospitalarios, los actores y las entidades envueltas en ellos.

Debido a la dinámica propia de los entornos hospitalarios y los desarrollos tecnológicos hasta el momento, la versión 2.x del estándar establece para cada mensaje un mínimo de segmentos y campos requeridos, permitiendo su adaptabilidad a las diferentes situaciones. Esto también trae consigo cierto nivel de ambigüedad por lo cual las versiones 2.x no son "*plug and play*". Siempre debe existir un proceso (mínimo) de negociación de las partes a comunicar. Para minimizar tales procesos existe una organización que se dedica a normar el uso del estándar logrando que los implementadores de aplicaciones lo utilicen de modo coherente.

La codificación mediante cadenas de caracteres ASCII es la más extendida para la serie de versiones 2.x, aunque a partir de la versión 2.3.1 se sugirió la utilización de formatos XML en consonancia con los adelantos tecnológicos. El establecimiento de esta norma de codificación facilita la implementación y uso del estándar al proveer, a través de los esquemas o documentos de definición de XML, de una herramienta adecuada para la validación de los mensajes, proceso

```

MSH|^~&|Rad^00123^HL7|FE^00789^HL7
|Lab^00456^HL7|FR^00147^HL7||Alta|
ADT^A01|4646|D^D|2.3|4646|||4646|Cambio1~Cambio2~Cambio3
|^Espanol^000^^
EVN|A01|20060520213226.7050005||01|0001^Garcia^15313^UCI&&HL7
^L^^M10^AM^uci&&HL7|20060520213226.6580006
PID|||123^234^M10^Rad&000123&L^AM^&&M~134^556^M11^Juanma
&65466&M^AN
^&&M||Garcia^Juan Manuel^L^A
||M||m|||||||4646|||Gtmo|||||
PV1||A||normal|||0002^^Ernesto^&&HL7^L^^M10^AM^&&HL7
||general|||||||
|||||||||||||E||V|||||||

```

Figura 1.1: Ejemplo de mensaje HL7 v2.3.1 según codificación estándar. Se resaltan los segmentos del mensaje.

que anteriormente implicaba el desarrollo de analizadores léxicos, sintácticos y semánticos.

La versión 3.0

La versión 3.0 de HL7 supone un cambio radical en la concepción de estándar en cuanto a su definición e instrumentación. La misma fue desarrollada haciendo mayor provecho de las tecnologías de modelado, diseño y análisis existentes, así como de los paradigmas imperantes en las áreas de desarrollo de software.

Los principios que rigen la nueva versión son:

- Proveer compatibilidad funcional con versiones anteriores (2.x).
- Inclusión de nuevas metodologías de desarrollo.
- Adaptación a cualquier contexto sanitario internacional.
- Ser "*plug and play*".

El concepto primario de la versión 3.0 lo constituye el Modelo de Información de Referencia (RIM, por sus siglas en inglés) que agrupa un conjunto minimal y abstracto de clases o entidades y relaciones entre ellas (ver figura 1.2). A partir de éstas se despliegan toda una multitud de clases relacionadas mediante mecanismos de herencia, composición y agregación que tratan de abarcar toda la semántica inherente a los procesos hospitalarios. El RIM sugiere un modelo de datos a seguir².

²Oracle ya ha incluido el RIM como modelo para el almacenamiento e intercambio de información en su gestor[13].

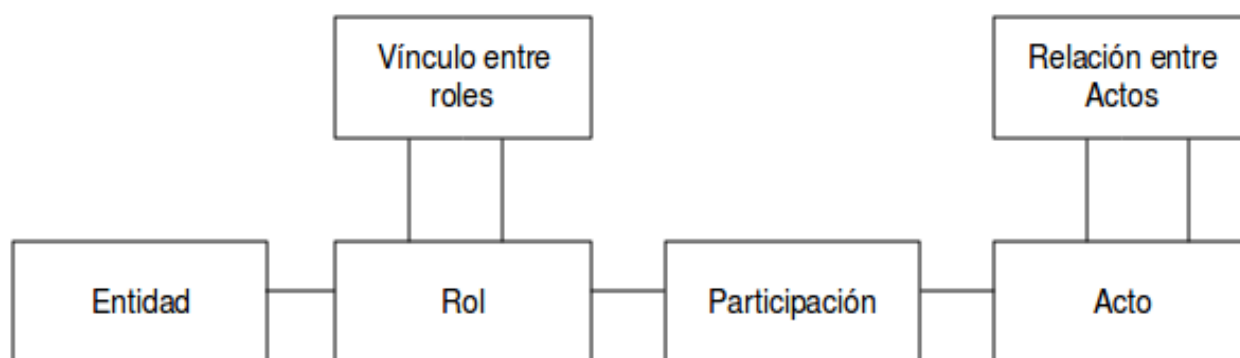


Figura 1.2: Clases fundamentales del Modelo de Información de Referencia[4].

El RIM constituye una aplicación de las metodologías de diseño y análisis que persigue el paradigma Orientado a Objetos, fue desarrollado utilizando el lenguaje de modelado unificado UML y define por defecto una codificación XML para todos los mensajes.

Existen diferentes artefactos que deben ser estudiados al implementar soluciones con la versión 3.0 y en general, llegar a obtener un mensaje, es un proceso no evidente que exige de cierto grado de especialización.

Un elemento novedoso es que entre las normas sugeridas para la comunicación aparecen los servicios web explicados en los llamados *Web Services Profiles*, lo cual indica una convergencia del estándar con los cambios tecnológicos que han dibujado a las Arquitecturas Orientadas a Servicio como uno de los paradigmas a seguir en el desarrollo de aplicaciones. Además, mantiene la posibilidad de otros tipos de conectores para la comunicación como TCP/IP y Ficheros.

La versión 3.0 limita la opcionalidad y define roles de aplicación que establecen las responsabilidades de las aplicaciones a comunicar, permitiendo que el proceso de negociación que se realizaba en las versiones 2.x para la comunicación de aplicaciones desaparezca.

El proceso de evolución del estándar es instrumentado por diferentes comités técnicos que realizan modificaciones y las someten a aprobación. En los comités se encuentran representadas muchas compañías proveedoras de software y equipos, aunque la membresía no es cerrada y acepta a todo los interesados en el desarrollo del estándar, previo pago de cuotas de entrada. Debido a la extensión y complejidad de las especificaciones la aprobación del mismo es un proceso paulatino dependiente de las liberaciones que van realizando los comités técnicos. Los tópicos tradicionales concernientes a la gestión de la inscripción, admisión y transferencia y alta del paciente, así como otros que se trataban en las versiones anteriores son capítulos estandarizados. Existen otros temas relacionados con las imágenes médicas, bancos de sangre, etc. que están en desarrollo y por tanto no constituyen parte del estándar.

1.2.5. Estándares para el almacenamiento de la Historia Clínica Electrónica

El uso de estándares para la Historia Clínica Electrónica influye no sólo en la necesaria comunicación entre el sistema de gestión de historias clínicas con los demás sistemas, sino también el modelo de persistencia a utilizar. De esta forma los episodios clínicos generados deben persistirse en un formato legible a los médicos y no atar a otros sistemas a un modelo de datos específico, además de ser tan flexible como para evolucionar con la misma dinámica propia de la atención médica. Es usual la utilización de enfoques híbridos a partir del uso de los protocolos más utilizados a nivel internacional. HL7/CDA y OpenEHR son las dos vías más utilizadas actualmente.

CDA

CDA (arquitectura de documento clínico) es una especificación para el intercambio de documentos clínicos. En la misma se define la sintaxis y semántica de los documentos clínicos, basándose en el RIM[29] y utilizando XML para la codificación. Un documento CDA contiene información sobre quién lo crea, a qué fecha y hora, con qué propósito, a quién se lo crea y dónde, además de su potencial para autenticación; en la composición del cuerpo o asunto del documento existen estructuras para el uso ordenado de nomencladores o vocabularios terminológicos. Debido a ello ha sido tomado como estructura básica para implementaciones de la HCE.

OpenEHR

OpenEHR es una especificación arquitectónica abierta y estándar para la implementación de la HCE. Los datos de las atenciones médicas son almacenados en un repositorio y están accesibles a los usuarios autorizados. La especificación de OpenEHR alcanza un nivel de desacoplamiento total, lo cual la hace muy flexible, pues los datos clínicos son guardados como tal, especificados a través de un modelo de arquetipos. De esta manera, existe un repositorio de arquetipos matrices a partir del cual son creados los tipos de datos de la HCE. El repositorio de arquetipos puede ser consultado y sus resultados mostrados a través del uso de plantillas. En este punto existe una integración con CDA, pues las plantillas CDA pueden ser utilizadas para la recuperación de datos.

1.3. Sistemas automatizados existentes asociados al campo de acción

1.3.1. Ffehr

Ffehr es un proyecto para construir un sistema de gestión de historias clínicas. El objetivo inicial del proyecto es diseñar una interfaz de usuario común efectiva y eficiente, con alto grado de aceptación en los médicos de Filipinas[1]. Entre sus objetivos de diseño se encuentran:

- implementar el sistema como extensión del navegador FireFox.
- poder salvar documentos en formato HL7/CDA.
- los documentos deben ser seguros, respetuosos de la privacidad del paciente, basados en estándares abiertos.
- basado en arquitectura cliente-servidor, fácil de usar.
- validación de documentos con respecto a las modificaciones locales que se le realicen a los esquemas CDA.
- la extensión se presentará como un editor de texto sencillo con la posibilidad de cargar plantillas preelaboradas.
- poder crear reportes a partir de la información en los documentos.

Se debe destacar que el proyecto aún no ha concluido sus desarrollos y un aspecto a tener en cuenta es que está dirigido inicialmente a los galenos de Filipinas. El proyecto está diseñado para ser una interfaz hombre-máquina, pero no se define cómo se integraría a una solución ya desplegada.

1.3.2. FreeMedForms

FreeMedForms es un administrador de Registros Médicos Electrónicos(EMR, por sus siglas en inglés). Es multiusuario y se desarrolla desde octubre de 2008 como software de código abierto. El objetivo es crear un administrador de EMR donde los documentos de los pacientes estén en formato XML. Se desarrolla en Francia y el equipo está compuesto por un desarrollador y dos consejeros médicos. Se estima que el proyecto debe concluir en 2010[2].

Se puede observar que la aplicación aún se encuentra en un estadio inmaduro y que cuenta con poco personal de desarrollo.

1.3.3. GNUmed

GNUmed es una iniciativa para desarrollar un sistema de información hospitalaria disponible en todos los sistemas operativos. GNUmed inicialmente cubre la gestión de historias clínicas electrónicas, está diseñado para ser seguro, respetuoso de la privacidad del paciente, basado en estándares abiertos, flexible, fácil de usar, internacionalizable y basado en una arquitectura cliente-servidor para su uso sobre redes de computadoras. Para su desarrollo se utiliza Python como lenguaje de programación y el gestor de bases de datos PostgreSQL. Es desarrollado por una comunidad abierta de programadores. Aún no terminado, la última versión estable del proyecto es la 0.4.2[3].

1.3.4. Kewan

Es un sistema de información hospitalario que incluye un módulo para la gestión de la historia clínica. Está siendo usado en muchos hospitales de España, países de América Latina y el norte de África. El módulo de gestión de la historia clínica electrónica, acoplado a todos los demás módulos de este HIS, permite ver la información desde diferentes vistas, generar resúmenes e intercambiar información en formato HL7/CDA. Kewan es software privativo[5].

1.4. Herramientas

1.4.1. Eclipse

Eclipse es un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, por sus siglas en inglés) basado en Java. Con soporte nativo para la plataforma Java y su lenguaje de programación (del mismo nombre), puede ser extendido para dar respaldo a otras plataformas. El diseño arquitectónico de esta herramienta está basado en la composición e integración de extensiones, lo cual, unido a que ha sido licenciado como software de código abierto permite que muchos desarrolladores y empresas lo tomen como base para sus propias herramientas. De esta forma Eclipse se considera una metaherramienta, es decir, una herramienta para construir nuevos entornos de programación[16].

1.4.2. Generación de artefactos a partir de XML-schema

Eclipse Modeling Framework

Eclipse Modeling Framework(EMF) es una extensión de Eclipse para el modelado en sentido general. Asimismo permite persistir y cargar los modelos en esquemas XML y otros formatos propios, y generar las clases correspondientes en Java. En sentido inverso también permite, a partir de un conjunto de clases, generar los diagramas correspondientes y persistirlos en formato

XML. EMF es capaz de resolver problemas de referencias cíclicas entre esquemas del modelo. Todas estas operaciones están disponibles a través de interfaces visuales de Eclipse. El hecho de ser una extensión de Eclipse permite que EMF se pueda integrar con otras herramientas o extensiones del IDE, en particular con aquellas que permiten la programación de tareas y la generación de casos de prueba basados en JUnit. Igualmente es multiplataforma y el nivel de exigencia de prestaciones de hardware para la realización de las operaciones es dependiente del propio Eclipse y de la complejidad del modelo[16].

JiBX

JiBX es una herramienta de IBM con interfaz de consola que permite, a partir esquemas XML, generar clases Java. Estando programada en Java, es multiplataforma y no exige grandes prestaciones de hardware para las tareas de generación, aunque estas tareas dependen también de la complejidad del modelo. El código generado es legible. En su versión más reciente JiBX no era capaz de resolver los problemas relacionados con las referencias cíclicas entre diferentes esquemas.

EMF *versus* JiBX

Tanto EMF como JiBX permiten la generación de clases a partir de esquemas XML y otros formatos para persistir modelos, pero existen algunas ventajas de EMF con respecto a JiBX. Las ventajas fundamentales con respecto a JiBX son:

- La resolución de conflictos asociados a las referencias cíclicas entre esquemas.
- Las posibilidades de configuración de las tareas de generación con respecto a la organización del código.
- Las posibilidades de generación de códigos de prueba basados en JUnit.

Todo lo cual determina el uso de EMF ya que los esquemas a utilizar presentan referencias cíclicas que crean problemas imposibles de solucionar por la versión actual de JiBX.

1.4.3. JavaServer Faces

JavaServer Faces(JSF) es una plataforma de componentes para la creación de vistas de aplicaciones web en Java. JSF simplifica el desarrollo de las interfaces de usuario pues incluye componentes de interfaz de usuario y un API para las mismas, posibilitando la administración de sus estados, eventos, entradas, navegación, internacionalización y accesibilidad. También provee de un modelo simple para la comunicación del cliente con el servidor a través del lenguaje de

expresiones(EL) mediante el cual se vinculan los componentes visuales con propiedades de las componentes del lado del servidor(JavaBeans)[31].

1.4.4. Facelets

Facelets es una tecnología para la construcción de vistas JSF. Facelets se basa en un sistema de plantillas que permite definir vistas JSF a través del uso de plantillas con lenguaje de marcado HTML reduciendo la cantidad de código necesario para la integración de componentes. El uso de Facelets permite la optimización del proceso de creación de vistas pues con las plantillas permite la reutilización de código[17].

1.4.5. RichFaces

RichFaces es una biblioteca de componentes visuales para la creación de aplicaciones web basadas en JSF. Las componentes RichFaces implementan AJAX de forma nativa y aprovechan las posibilidades que le brindan su completa integración con JSF para acceder a las facilidades de los componentes administrados y de los validadores del lado del servidor, así como los convertidores y los procesos en espera del cambio de un valor o una acción. También es posible habilitar AJAX en otras componentes que no pertenecen a RichFaces mediante el uso de componentes específicos que brinda Richfaces sin la necesidad de utilizar JavaScript. De igual forma la plataforma permite la construcción de componentes propias mediante el uso de CDK, una plataforma con facilidades para la generación de código y el uso de plantillas, evitando procesos rutinarios en la tarea[14][15].

1.4.6. Controles Seam JSF

La plataforma Seam contiene varios controles JSF útiles que complementan las componentes nativas de JSF y que son compatibles con otras implementaciones de componentes JSF como RichFaces, ICEfaces y Apache MyFaces Trinidad. Incluye controles para la navegación, conversión de valores, propagación de contextos, validación, formateo de textos, entrada de valores y subida de archivos[49][7].

1.4.7. Seam

Seam es una plataforma de código abierto de desarrollo para la construcción de aplicaciones web en java. La misma integra tecnologías como AJAX, JSF, la especificación de persistencia para Java JPA, las especificaciones EJB 3, la generación de reportes y la administración de procesos del negocio. Ha sido diseñada para eliminar la complejidad a niveles de componentes arquitectónico y para ello se basa en el uso intensivo de anotaciones, y en el principio de favorecer los acuerdos o

pautas sobre la configuración. Seam brinda soporte para dos nuevos contextos para las aplicaciones web y permite la administración de los estados de manera declarativa[49][7][34].

1.4.8. EJB 3

EJB 3 es una especificación que simplifica el desarrollo sobre Java 5. Mediante EJB 3 se especifica la lógica del lado del servidor en las aplicaciones empresariales sobre Java con una notable simplificación del modelo de programación pues se reemplazan los descriptores de despliegue XML por anotaciones, se elimina el uso innecesario de las interfaces y se incluye la inyección de dependencias, mecanismo mediante el cual el contenedor web provee de las componentes a los controladores que lo necesiten[21].

1.4.9. JPA

JPA es la especificación para la persistencia en Java en el cual se pauta cómo realizar las conversiones o mapeos entre el modelo orientado a objetos y el modelo relacional. JPA implementa las especificaciones EJB 3 y muchas implementaciones toman ventaja de ello para aportar un valor agregado como la generación de código del modelo de objetos hacia la base de datos o desde la base de datos hacia el modelo de objetos [12].

Hibernate

Hibernate es una plataforma para la conversión o mapeo entre el modelo de objetos y el modelo relacional. Hibernate implementa las especificaciones JPA y hace uso intensivo de anotaciones. Con Hibernate se automatizan una gran cantidad de tareas relacionadas con la persistencia de datos. Además brinda un conjunto adicional de validadores, la posibilidad de persistir los datos en memoria intermedia para accederlos más rápido si son frecuentemente utilizados, e implementa patrones de diseño como la carga perezosa para acceder a los datos cuando son realmente necesitados [12].

1.4.10. PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto relacional. Considerado estable y robusto PostgreSQL encabeza a los sistemas de gestión de bases de datos objeto relacional desarrollados bajo licencia de código abierto. El mismo implementa a una gran parte del lenguaje de consultas SQL y permite realizar consultas complejas, soporta el uso de llaves foráneas, eventos disparadores, vistas e integridad transaccional. También puede ser extendido añadiendo nuevos tipos de datos, funciones, operadores y lenguajes procedurales[28].

1.4.11. Motores de plantillas

Codificar una gran cantidad de documentos parecidos es una tarea muy tediosa si no se llega a automatizar el proceso. El problema puede agravarse si de los documentos que deben obtenerse sólo se conocen los datos en el momento de la generación. Una solución al problema es contar con prototipos parametrizables de los documentos. Con estas las plantillas se podrían generar y persistir los documentos en el momento preciso. Este es el objetivo de los lenguajes y procesadores de plantillas.

FreeMarker

FreeMarker es un procesador de plantillas de propósito general. Está basado en Java y fue diseñado para la generación de páginas web, pero al ser de propósito general puede ser utilizado para generar cualquier tipo de texto, tiene un cargador de plantillas acoplable dinámicamente que puede leer las plantillas desde diversas fuentes. Está provisto de directivas para el procesamiento de las plantillas, de manera que existen instrucciones para la composición de plantillas, para el procesamiento condicional y para el procesamiento cíclico[45].

Velocity

Velocity es un procesador de plantillas de propósito general impulsado por Apache. Es ligero y tiene tareas predefinidas para la integración con la herramienta de definición de tareas Ant. Velocity tiene un lenguaje de plantillas y provee manejadores de eventos para realizar acciones bajo la ocurrencia de algún evento.

FreeMaker *versus* Velocity

Ambos procesadores de plantillas son muy utilizados por su alto nivel de generalización así como por su poder de procesamiento. Freemarker y Velocity presentan directivas para el procesamiento cíclico y condicional, soporte para macros y composición de plantillas. Freemarker tiene un tratamiento de errores más estricto y provee de más funcionalidades a los diseñadores de plantillas, permite la recursión en macros, romper ciclos y comparación de valores de fechas. Cuando la cantidad de operaciones a realizar es grande, FreeMarker presenta un mejor comportamiento de rendimiento al realizar las tareas de generación más rápido[45][47]. Freemarker es el lenguaje de plantillas utilizado por la plataforma Seam para la generación de vistas y por Hibernate para la generación del modelo de datos a partir de la base de datos.

1.5. Patrones de diseño

Los patrones de diseño son buenas prácticas a seguir que dan solución a problemas recurrentes en las diversas fases de desarrollo del software. Para las aplicaciones web existe un patrón arquitectónico muy utilizado por la claridad que aporta a la organización y el flujo entre los componentes de las aplicaciones web: el patrón Modelo-Vista-Controlador[25].

1.5.1. Patrón Modelo-Vista-Controlador

El patrón Modelo-Vista-Controlador(MVC) consiste en la separación lógica de la aplicación web en tres grandes componentes:

- **Modelo:** lo constituye la base de datos, las clases entidades y los objetos que se encargan de la persistencia de los datos. Las clases entidades esencialmente son utilizadas para almacenar datos y no tienen funcionalidades más allá que la relativa a la gestión de los datos. Las mismas son mapeadas con el modelo relacional subyacente para la transferencia de datos y operaciones sobre ellos en ambos sentidos. La plataforma Hibernate y el sistema de gestión de bases de datos PostgreSQL pertenecen a este componente arquitectónico.
- **Vista:** es la capa que permite la interacción con el usuario. Se incluyen como parte de la vista todos los controles visuales y la lógica de navegación entre ellas. A esta capa pertenecen las componentes arquitectónicos Richfaces, Facelets, JSF y los Controles web de Seam.
- **Controlador:** es la capa que implementa la lógica del negocio, la funcionalidad de la aplicación. Esta capa provee funcionalidad a la vista y la enlaza con el Modelo mediante la ejecución de los casos de uso de la aplicación. A esta capa pertenece la plataforma Seam y anotaciones utilizadas por Hibernate para la validación de datos.

1.6. Conclusiones

En el capítulo se revisó el estado del arte sobre la HCE. El concepto de HCE fue expuesto desde el criterio de varias fuentes especializadas. Este concepto es el que dió paso a la construcción de varios modelos funcionales para representar las funcionalidades que debería ofrecer un sistema de gestión de la HCE. Para alcanzar la mayoría de las funcionalidades en procesos de interoperabilidad con otros sistemas es necesario tener en cuenta estándares existentes, los cuales fueron expuestos.

Actualmente existe una gran cantidad de trabajos en desarrollo para la informatización de la historia clínica. Los sistemas expuestos se encuentran entre las propuestas más interesantes tanto por su concepción como por detalles técnicos, pero la gran mayoría aún no ha terminado una primera versión estable o no constituye software libre o de código abierto.

Para el desarrollo de cualquier sistema informático es necesario realizar un estudio de las herramientas a utilizar. En el capítulo se expusieron herramientas que forman parte de la frontera tecnológica-industrial con respecto a la plataforma Java.

El patrón de diseño MVC brinda un adecuado modelo de organización de la arquitectura para el desarrollo de aplicaciones web. La separación de las diferentes componentes del modelo adiciona una mayor claridad y reduce los niveles de complejidad en el desarrollo de la aplicación. El mismo está completamente implementado en la plataforma Seam y será el patrón que caracterice el diseño arquitectónico.

Capítulo 2

Sistema de Información Hospitalaria alas HIS

En el dominio de la Informática un sistema de información es una aplicación utilizada para obtener, almacenar, procesar, administrar y transmitir datos. El mismo procesa los datos obtenidos y genera nuevos datos e información para satisfacer las necesidades gestión y control de un dominio específico. En los hospitales estos sistemas se nombran Sistemas de Información Hospitalaria(HIS) y con su implantación mejoran el flujo de la información y los servicios en los centros hospitalarios. Un HIS consta de varios módulos especializados que informatizan las actividades de captura y procesamiento de los datos en cierta área del hospital.

El Sistema de Información Hospitalaria alas HIS tiene como objetivo la informatización de los procesos intrahospitalarios. Su arquitectura es flexible y robusta, basada en tecnologías maduras y estándares para el desarrollo de aplicaciones web. Implementado utilizando herramientas con soporte a la administración de procesos del negocio (BPM), informatiza el flujo normal de la información en cualquier hospital, pero de haber cambios en el flujo de algún proceso el cambio es fácilmente configurable.

2.1. Módulos del Sistema de Información Hospitalaria alas HIS

Como se explicó anteriormente el Sistema de Información Hospitalaria alas HIS informatiza varios procesos y actividades de la gestión de la información de los centros de salud. Para su implementación se dividieron los procesos y actividades por módulos atendiendo a la distribución lógica dentro del flujo hospitalario real. Los módulos gestionan aspectos de la atención al paciente y generan documentos hacia la Historia Clínica Electrónica (HCE) del mismo.

2.1.1. Módulo de Admisión

El módulo de Admisión es el primer módulo con el que se debe interactuar en el sistema en el flujo natural de un ingreso. A partir de las funcionalidades de este módulo se comienza a tener registro de la atención al paciente. Para un paciente que nunca ha sido registrado en el sistema la primera actividad es la inscripción. La inscripción involucra la recogida de información general y demográfica sobre el paciente. En este proceso se le crea y asigna un número de historia clínica al paciente y se genera el primer documento de la historia clínica: la hoja frontal.

El módulo también gestiona la información del paciente al ser ingresado en el hospital. Desde el mismo se puede conocer el estado de ocupación de las camas, de las transferencias y egresos realizados. El módulo también permite generar reporte asociados a las admisiones, egresos, transferencias, estado de las camas, etc[42]. Las admisiones, transferencias y egresos realizados aportan documentos a la HCE.

2.1.2. Módulo de Almacén

El módulo de Almacén informatiza los procesos de gestión de productos sanitarios y fármacos necesarios para brindar una mejor atención al paciente y para el funcionamiento de todas los departamentos del centro de salud.

La actividad de gestión comprende la recepción, almacenaje, despacho, distribución y compra de los productos utilizados para los procesos internos del centro de salud. Se encarga del control de los movimientos de los productos considerando las entradas y salidas así como de la planeación, programación y puesta en marcha de inventarios periódicos.

Para que el centro administre sus almacenes de manera eficiente deberá entregar los productos a sus clientes en los plazos pactados, sin que se produzcan demoras y reducir al máximo los costes de almacenamiento, consiguiendo que las existencias medias en el almacén sean las necesarias para evitar dejar desatendidos pedidos de clientes o que el hospital deje de brindar sus servicios por falta de disponibilidad de *stocks*[51].

2.1.3. Módulo de Anatomía Patológica

La anatomía patológica se interrelaciona con todas las especialidades médicas contribuyendo a un estudio más completo de las enfermedades. La misma se ocupa del estudio de los cambios de estructura de los tejidos y órganos por efecto de las enfermedades. Su fin es el diagnóstico correcto de biopsias, piezas quirúrgicas, citologías y autopsias.

El módulo de Anatomía Patológica tiene como objetivo gestionar las ordenes o solicitudes, resultados y reportes asociados a autopsias y biopsias. Las biopsias y autopsias constituyen métodos de los cuales se valen los investigadores y médicos patólogos para realizar sus estudios. La práctica de las biopsias es básica en la labor diagnóstica de los médicos. La misma consiste en

la toma de un fragmento de tejido de tamaño variable, comúnmente llamado muestra y que se obtiene a través de un acto quirúrgico realizado por un cirujano, con el objetivo de obtener o confirmar un diagnóstico, o para aportar información al clínico, necesaria para tomar una decisión terapéutica[11].

Todas las solicitudes e informes de biopsias, citologías y autopsias son recogidos en la HCE.

2.1.4. Módulo de Banco de Sangre

El banco de sangre es el establecimiento médico hospitalario donde se planifica y promueve la donación de sangre, se efectúa la extracción de la misma y se realizan programas de separación de componentes. También se almacenan y conservan las unidades de sangre y sus hemoderivados que serán luego transfundidos a los pacientes que lo necesiten. El módulo de Banco de Sangre informatiza las actividades relacionadas con la gestión de donaciones, bolsas y componentes. El mismo brinda reportes sobre el estado de las bolsas de sangre en el *stock*[6].

Los documentos sobre las donaciones y transfusiones relacionadas con el paciente son almacenados en la HCE.

2.1.5. Módulo de Bloque Quirúrgico

El módulo de Bloque Quirúrgico gestiona la actividad quirúrgica que se llevan a cabo en el hospital. Esta actividad transcurre en la unidad quirúrgica o quirófano que es el sitio en donde se realizan las intervenciones quirúrgicas electivas y de urgencia por lo que representa un servicio del departamento de cirugía.

Una intervención quirúrgica es un proceso que forma parte de la medicina y tiene por objetivo curar las enfermedades mediante la operación del paciente. La operación no es más que la ejecución de diversos actos curativos sobre el cuerpo vivo como extirpar, amputar, reseca, implantar, corregir y coser órganos, miembros o tejidos,. La misma se realiza con ayuda de un conjunto de productos y utensilios quirúrgicos que se integran como una unidad, denominados *kits* de cirugía. La intervención quirúrgica debe realizarse por un cirujano, médico especialista en un servicio quirúrgico pues son aquellas personas legalmente autorizadas a practicar la cirugía. Los cirujanos de los servicios quirúrgicos son los encargados de realizar la solicitud de intervención quirúrgica, documento que recoge los datos generales del paciente y causa por la que será intervenido quirúrgicamente.

La planificación quirúrgica es la actividad dirigida a organizar y utilizar los recursos limitados para lograr objetivos y metas en un tiempo y espacio predeterminados, para minimizar los riesgos de situaciones inesperadas que puedan afectar la ejecución de una intervención quirúrgica. Conjuntamente con el cirujano deben participar en la intervención un grupo de asistentes, enfermeras y especialmente anestesiólogos. El anestesiólogo se encarga de crear la hoja de anestesia

donde se registra la información a partir de la consulta pre-anestésica, pasando por los procesos pre-operatorio, trans-operatorio y post-operatorio.

Al término de la operación se debe elaborar una nota operatoria donde se recogen los detalles de lo sucedido durante la cirugía. Luego de que el paciente pasa a la recuperación el anesthesiólogo se encarga de seguir su estado de salud[27].

Este módulo aporta documentos a la HCE.

2.1.6. Módulo de Citas

El módulo de Citas informatiza la planificación de citas que actualmente se realiza en papel en aquellos centros de salud no informatizados. El mismo facilita las actividades de gestión de citas y agendamiento médico que suelen ser procesos engorrosos y complejos cuando no son informatizados, existiendo mayor posibilidad de errores humanos en el proceso de asignación y planificación de las citas médicas por parte de los planificadores. Adicionalmente suele ocurrir que no se distribuyen equitativamente las citas entre los médicos sobrecargando de trabajo a unos más que otros[52].

Las citas de un paciente son almacenadas en la HCE.

2.1.7. Módulo de Consulta Externa

La informatización de la consulta externa de un centro de salud es un paso fundamental pues es aquí donde se valora, diagnostica y de ser necesario, se remite a un paciente para otras áreas de cualquier centro asistencial. El módulo de Consulta Externa gestiona las actividades propias de la atención al paciente en esta área.

Los pacientes pueden ser atendidos en una consulta de triaje especializado, triaje general, primera, control o interconsulta y en la mayoría de los casos deben asistir con una cita previa, excepto en la consulta de triaje general, donde son vistos y diagnosticados por un médico especialista el mismo día que acuden al hospital. En la consulta de triaje especializado el especialista a partir de un interrogatorio y examen físico general, hace una valoración de la situación presentada por el paciente y decide si el mismo amerita ser atendido en otro servicio. Un paciente asiste a una consulta de primera cuando comienza a ser tratado por determinada patología. Aquí al igual que en el resto de las consultas el médico especialista puede orientar un conjunto de exámenes que lo ayuden a contribuir con la emisión de un diagnóstico definitivo. En la consulta de control, se atienden pacientes por una patología anteriormente diagnosticada en el propio servicio, es de vital importancia, pues es donde se da un seguimiento a la evolución del paciente según el tratamiento indicado por el especialista. Durante el transcurso de una consulta se puede emitir por el médico tratante una solicitud para interconsulta, este es el procedimiento que permite la participación de otro profesional de la salud a fin de proporcionar atención integral al paciente[10].

Todos los documentos generados en el módulo de Consulta Externa se almacenan en la HCE.

2.1.8. Módulo de Emergencias

El módulo de Emergencias informatiza los procesos propios del área de Emergencias (o Urgencias), que es donde se reciben a los pacientes que necesitan atención médica de forma inmediata. Una vez llegado el paciente a la Emergencia se realiza el triaje que consiste en clasificar el nivel de gravedad del paciente dado un código de colores. La información asociada a la atención del paciente se registra en la hoja de emergencia y esta se crea cada vez que dicho paciente visita esta área por alguna dolencia. La hoja de evolución es otro documento que se crea durante la atención al paciente para registrar periódicamente cómo va reaccionando ante el tratamiento y las valoraciones del médico acerca del caso[33].

Todos los documentos generados en el módulo de Emergencias se almacenan en la HCE.

2.1.9. Módulo de Enfermería

El módulo de Enfermería se encarga de gestionar un conjunto de actividades profesionales destinadas a promover la adquisición, mantenimiento o restauración de un estado de salud óptimo del paciente. Los enfermeros ayudan al individuo a llevar a cabo y mantener, por sí mismo, acciones de auto cuidado para conservar su salud y su vida, recuperarse de la enfermedad y afrontar las consecuencias de esta. Los enfermeros tienen acceso además a hojas de indicaciones médicas donde se registra las indicaciones del médico hacia el paciente; puede tratarse de una prueba diagnóstica o de un tratamiento. En dichas hojas se registra además el cumplimiento del tratamiento, donde se establece un control de tratamiento, además se especifica si se ha cumplido o no, en el último caso, la causa por la cual no se le ha dado cumplimiento a dicho tratamiento[24].

Todos los documentos generados en el módulo de Enfermería se almacenan en la HCE.

2.1.10. Módulo de Epidemiología

El módulo de Epidemiología informatiza los procesos de vigilancia epidemiológica. En los mismos se identifican diferentes actividades enfocadas a la morbilidad, mortalidad, infecciones intrahospitalarias, accidentes laborales e inspecciones sanitarias. La morbilidad, se describe como el número proporcional de personas que enferman en una población y tiempo determinados. Pueden ser remediadas, curadas o controladas y algunas de ellas pueden ser prevenidas. Es por esto que constituye el estudio de los efectos de una enfermedad en una población en el sentido de la proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado. Por otra parte, la mortalidad, se refiere a la tasa de defunciones o el número de defunciones, es decir, de muertes, en un grupo determinado de personas en un período determinado. Las infecciones intrahospitalarias

son aquellas que se producen dentro de un hospital o una institución de salud. Los pacientes hospitalizados corren el riesgo de adquirir cualquier bacteria o germen, que pueden desencadenar una infección.

La vigilancia epidemiológica involucra dentro de sus actividades la identificación, procesamiento y denuncia de las conocidas Enfermedades de Notificación Obligatoria (ENO), que son aquellas que se consideran de gran importancia para la salud pública. Estas constituyen enfermedades infectocontagiosas, que en algunos casos pueden ser crónicas. Algunas de ellas son de denuncia o notificación obligatoria internacional o nacional. Este proceso debe ser efectuado por médicos o autoridades de instituciones, a la autoridad sanitaria más próxima. Como resultado de la identificación de ENO y otras enfermedades crónicas, son elaboradas las fichas de investigación epidemiológica. Estas guardan datos personales del paciente, así como la condición actual del mismo, relativa a la enfermedad sospechada. En esta ficha se plasman además, los resultados de los exámenes que se le practican a los pacientes[54].

Todas las fichas de investigación epidemiológica generadas en el módulo de Epidemiología se almacenan en la HCE.

2.1.11. Módulo de Estadísticas

El módulo de Estadísticas informatiza las labores realizadas en el Departamento de Estadísticas, el cual se encarga de procesar la información del hospital y emitir resúmenes estadísticos. Estos resúmenes o informes constituyen la información sintetizada de cada servicio del hospital, de vital importancia para una futura toma de decisiones de la misma. Estos informes estadísticos incluyen el movimiento hospitalario del hospital contemplándose dentro de esta toda la información relacionada con el ingreso del paciente ya sea electivo o de urgencia, reflejándose la hora, el día, la sala y el servicio donde fue ingresado. De igual forma se mantiene el control de los egresos y traslados hechos en el hospital[48].

2.1.12. Módulo de Farmacia

El módulo de Farmacia gestiona las actividades de la farmacia, que es el departamento dentro de la Institución de Salud responsable de la implantación del Mecanismo Especial de Protección (SSM, siglas en inglés), basado en la selección, planificación, adquisición, almacenamiento, distribución, control, producción, dispensación y provisión de información sobre productos farmacéuticos y afines, utilizados en el hospital. Es también partícipe del seguimiento al uso terapéutico que se les da a los medicamentos a través de actividades de fármaco-vigilancia y de otra índole relacionada con los medicamentos. Es por tanto una unidad de apoyo asistencial[30].

2.1.13. Módulo de Hospitalización

Cuando el estado de salud del paciente es precario, que necesita atención médica de manera constante, se procede a su admisión en un servicio de Hospitalización. El módulo de Hospitalización gestiona la actividad de estos servicios en los cuales le son realizados todos los procedimientos médicos necesarios al paciente para el restablecimiento de su salud. Toda la información que es generada pasa a formar parte de la HCE[9].

2.1.14. Módulo de Laboratorio

Las instituciones hospitalarias están compuestas por diferentes áreas, entre las cuales se encuentra el laboratorio clínico, que específicamente constituye un área del hospital que se encarga de hacer todos los análisis correspondientes al paciente; en su mayoría para confirmar el diagnóstico del médico. Posee diferentes secciones, las cuales se encargan de realizar cada uno de los análisis pendientes, ejemplo: Nefrología, Hematología Básica, Hematología especial, Bioquímica, Endocrino, Laboratorio de Urgencia y Laboratorio de Terapia. En esta área se realizan varios procesos, cada uno de ellos se encarga de gestionar las posibles acciones a realizar sobre los distintos recursos identificados. Entre estos recursos se hallan las solicitudes de análisis, resultados de los exámenes y de esta misma forma se registran las muestras iniciales de los análisis solicitados. El módulo de Laboratorio informatiza los procesos que tienen lugar en el laboratorio clínico, logrando un nivel de integración total con los demás módulos de las HIS[50].

Todas las solicitudes y resultados de exámenes de laboratorio generados en el módulo de Laboratorio se almacenan en la HCE.

2.2. Conclusiones

El Sistema de Información Hospitalaria de las HIS cuenta con catorce módulos para la gestión de una amplia gama de servicios dentro de un hospital. De ellos sólo dos no aportan datos a la HCE del paciente, pues no son módulos de servicios clínicos: módulos de Farmacia y Almacén. Desde los restantes sí se genera información que debe ser almacenada en la HCE de cada paciente, la misma puede ser consultada con posterioridad o intercambiada con otros sistemas de información independientes de las HIS. Entonces es necesario contar con la infraestructura de software necesaria para dar un soporte estándar a la HCE .

Capítulo 3

Implementación de la infraestructura de software

La implementación de la infraestructura de software debe tener en cuenta la definición de estándares a utilizar, así como las herramientas de apoyo necesarias.

El estándar CDA surgió para el intercambio de documentos, pero al brindar un soporte para la persistencia de documentos clínicos, potencial de firma electrónica y ante la necesidad de soluciones, se convirtió en un estándar *de facto* para la implementación de la HCE. Abundan las experiencias de su uso como base de los repositorios de documentos clínicos.

Un verdadero problema aún sin resolver es el de la multitud de formatos por cada uno de los documentos clínicos existentes en los diferentes entornos hospitalarios alrededor del mundo, lo cual dificulta la posibilidad de brindar una solución con un grado mayor de estandarización. Debido a ello muchas veces es necesario redactar una Guía de Implementación donde se establezca un mínimo de requisitos necesarios para la captura o intercambio de datos en una institución, un nivel de atención o el ministerio de un país específico.

En el área de los estándares de mensajería para el intercambio de datos y en particular de documentos existe un mayor grado de consenso, pues HL7 es el más utilizado a nivel internacional. Por lo tanto es necesario contar con herramientas que respalden la fácil y correcta creación de los mensajes.

Proveer de seguridad de los documentos clínicos creados y transmitidos es fundamental en cualquier implementación de la HCE. Adicionalmente a la seguridad que brinda el sistema alas HIS para la autenticación y autorización de los usuarios y auditoría de las acciones realizadas, la HCE debe contar con funcionalidades que permitan al autor de cada documento firmarlo digitalmente y que los documentos puedan ser validados.

3.1. Hermes: biblioteca de clases de respaldo a los estándares HL7 y CDA

Para los sistemas de gestión hospitalaria cubanos es importante tener la posibilidad de intercambiar mensajes HL7. Una manera de proveer a nuestras aplicaciones de la posibilidad de enviar y recibir mensajes HL7, así como documentos clínicos es mediante el uso de bibliotecas de clases de terceros. Las mismas pueden ser adquiridas mediante descargas desde sitios que las brinden libremente o mediante la compra a empresas, generalmente extranjeras.

Un desarrollo propio es un hito estratégico que ahorra al país gastos por concepto de compra y elimina potenciales dependencias tecnológicas. La alternativa de utilizar implementaciones libres es viable, pero las bibliotecas encontradas en internet utilizan las reglas de codificación tradicionales del estándar, un poco alejadas de los adelantos en materia de lenguajes de marcado que aporta mejoras semánticas al mensaje.

HL7 es un estándar bien documentado. Su serie de versiones 2.x presenta las definiciones del mismo relacionando a partir del tercer capítulo cada uno de los mensajes a intercambiar bajo la ocurrencia de diversos eventos (disparadores) especificando el orden de las estructuras sintáctico-semánticas a un nivel abstracto, independiente de su implementación. Además se explican las vías posibles de codificación de los mensajes para su envío y recepción. En los anexos pueden encontrarse las mismas definiciones en notación de Forma de Bacus Noir, una notación para describir la gramática propia del estándar, útil para la construcción de *parsers*. A partir de la versión 2.3.1 HL7 se incluye la definición de los mensajes en esquemas XML. Existen mensajes específicos para el intercambio de documentos clínicos en una red intrahospitalaria.

CDA es un subdominio dentro de HL7 que especifica la arquitectura de los documentos médicos en caso de querer intercambiarlos entre dos aplicaciones. Entre sus características fundamentales se encuentran:

- Los documentos CDA deben ser legibles.
- Los documentos CDA pueden ser firmados electrónicamente

Al ser un subdominio más reciente dentro de HL7, CDA fue concebido desde el inicio basado en XML, aunque de una manera flexible que le permite evolucionar con el desarrollo tecnológico, de forma que no se descartan formatos diferentes en el futuro. HL7 como organización que rige el estándar también provee los esquemas CDA como parte de su documentación.

En general los esquemas XML definen documentos XML y aportan un robusto mecanismo de validación de los mismos. A partir de su surgimiento se empezaron a desarrollar herramientas para traducir las definiciones dadas en los esquemas en sus equivalentes clases de la programación orientada a objetos. Bajo esta transformación es posible crear bibliotecas de clases que permitan

la creación de mensajes a nivel de lenguajes de programación mediante la instanciación de las clases.

Para el desarrollo de esta biblioteca de clases se tuvo en cuenta los esquemas de la versión 2.3.1 de HL7 que es una de las más utilizadas, así como los esquemas de CDA versión 2. Como herramienta para la generación de clases a partir de esquemas XML se utilizó el IDE Eclipse con la extensión Eclipse Modeling Framework (EMF).

Como resultado de utilizar EMF sobre los esquemas de definiciones de HL7 mencionados anteriormente se obtuvo una biblioteca de clases con todas las clases necesarias para crear mensajes y documentos CDA. Además se obtuvo, como parte de la biblioteca de clases, herramientas para la validación de cualquier mensaje o documento y para la instanciación a objetos de mensajes previamente serializados como documentos XML. La serialización de los mensajes y documentos es en formato XML.

La organización por paquetes de las clases en la biblioteca es:

hermes.hl7.v231: Paquete base, agrupa las clases e interfaces útiles para la creación y validación de mensajes, segmentos y componentes de la versión 2.3.1 del estándar.

hermes.hl7.v231.xml: Interfaces de mensajes, segmentos y tipos de datos de HL7. Brindan una definición de los mensajes al nivel más abstracto posible dentro del lenguaje Java.

hermes.hl7.v231.xml.impl: Clases que implementan las interfaces correspondientes del paquete anterior.

hermes.hl7.v231.xml.util: Clases de apoyo a la creación de mensajes y su validación. Algunas son implementaciones de patrones de diseño como el Abstract Factory.

hermes.hl7.cda.v2: Paquete que agrupa las clases e interfaces útiles para la creación y validación de documentos CDA versión 2 del estándar.

hermes.hl7.cda.v2.xml: Interfaces de documentos y tipos de datos de HL7. Brindan una definición de los documentos CDA al nivel más abstracto posible dentro del lenguaje Java.

hermes.hl7.cda.v2.xml.impl: Clases que implementan las interfaces correspondientes del paquete anterior.

hermes.hl7.cda.v2.xml.util: Clases de apoyo a la creación de documentos y su validación. Algunas son implementaciones de patrones de diseño como el Abstract Factory.

3.1.1. Análisis crítico sobre la biblioteca de clases Hermes

La biblioteca de clases es obtenida a partir de los esquemas provistos por el propio estándar, por lo tanto es cien por ciento compatible con el mismo.

Aspectos positivos:

- Permite la creación, obtención y validación de mensajes HL7 v2.3.1 y documentos CDA v2 desde un nivel de programación.
- El propio proceso de desarrollo y de obtención del código fuente de la biblioteca de clases permite su evolución para soportar otras formas de codificación estándares.
- El tiempo de desarrollo es pequeño.
- Está autodocumentado a partir de las mismas anotaciones realizadas en los esquemas. Supone un ahorro por concepto de importación de tecnologías.
- Contribuye a la estrategia de soberanía tecnológica que se lleva a cabo en el país.

Aspecto que puede ser mejorado:

- Sólo se brinda una implementación de codificación para la persistencia de mensajes. Aunque puede ser deseable la versatilidad en este sentido, se debe acotar que el intercambio de mensajes en formato HL7/XML es de los más utilizados debido a las bondades de validación de los mismos a través de sus esquemas o de herramientas generadas, ahorrando tiempo de implementación de parser necesarios para la validación de mensajes en formato primario. Se considera sólo en caso de ser necesario como una solución factible la implementación de traductores como capas intermedias que permitan convertir transparentemente entre los diferentes formatos de codificación o persistencia del mensaje. Este aspecto no se aplica a la implementación de CDA, pues la norma actual es que se utilice XML.

Aspecto negativo:

- La creación de mensajes y documentos puede exigir una gran cantidad de código debido al anidamiento de estructuras necesarias para proveer el mayor grado de robustez. Con frecuencia, para obtener un mensaje o documento que no es de gran tamaño debe codificarse mucho más.

3.1.2. Creación de documentos a través de plantillas

El proceso de persistencia del objeto correspondiente a un mensaje o documento CDA a formato XML, dependiendo de la cantidad de datos a transmitir puede ser más o menos rápido,

pero en general se tarda más tiempo del que se podría esperar. En ensayos para la generación de documentos CDA se obtuvo un tiempo promedio de 5 segundos para documentos con tamaños entre 5 KBytes y 7 KBytes. Un documento CDA de 7 KBytes se puede considerar pequeño por lo que se puede esperar un crecimiento del tiempo de conversión a formato XML en la medida en que aumente el volumen de datos de los documentos.

Para tratar de optimizar los tiempos de generación de los documentos CDA se realizaron pruebas utilizando plantillas. El uso de plantillas en la generación de código es una técnica muy útil y utilizada.

Por cada tipo de documento que debe generar el sistema existe una plantilla FreeMarker y el modelo de datos correspondiente para generar el documento clínico. Ya se conoce de las bondades de FreeMarker como lenguaje de plantillas y por su rapidez como motor de generación. Esta vía alternativa aporta un nivel de flexibilidad adicional, pues si fuese necesario adicionar nuevos documentos al HIS no es necesario modificar y recompilar el código de la aplicación sino crear la plantilla correspondiente al documento, así como su modelo de datos y ubicarlas en las carpetas habilitadas para ello.

3.1.3. Generación en código *versus* generación mediante plantillas

Dado que se cuenta con dos formas de crear los documentos CDA es necesario evaluarlas para seleccionar la que realice la generación de forma más rápida. Para ello se realizó el siguiente ensayo.

Objetivo del ensayo: Medir el tiempo de creación de los documentos clínicos a través del modelo de objetos provisto por la biblioteca de clases Hermes y a través del uso de plantillas FreeMarker.

Tareas a realizar:

- Crear un documento mediante la biblioteca de clases Hermes.
- Persistir el documento creado.
- Medir el tiempo necesario desde la ejecución de la creación del objeto documento hasta su persistencia.
- Crear un documento mediante una plantilla FreeMarker
- Persistir el documento creado.
- Medir el tiempo necesario desde la ejecución de la creación del documento mediante la plantilla hasta su persistencia.

Cantidad de documentos	Hermes (ms)	Plantilla FTL (ms)
1	5341	498
2	9934	931
3	15003	1394
4	19884	1891
5	23237	2343

Cuadro 3.1: Comparación de tiempos de generación de documentos utilizando Hermes y utilizando las plantillas FreeMarker.

Entorno del ensayo: El ensayo se realiza en una PC con procesador Intel Dual Core 1.86GHz, 1GB de RAM, sistema operativo Ubuntu 9.04 y JDK 1.6.

Resultados obtenidos: Los resultados obtenidos se relacionan en el cuadro 3.1. En la primera columna se establecen la cantidad de documentos que fueron creados y persistidos. En la segunda aparecen los tiempos obtenidos cuando se realizó la creación y persistencia con Hermes y en la tercera, cuando se realizó la persistencia con las plantillas FreeMarker. La unidad de medida de tiempo es milisegundos(ms).

Discusión de los resultados: El tiempo de generación del mismo documento clínico es considerablemente más rápido cuando se utilizan plantillas FreeMarker para su generación. Por lo tanto lo aconsejable es crear los documentos utilizando plantillas. No obstante no se puede dejar a un lado la biblioteca de clases pues la misma brinda mecanismos de validación de documentos y un mapeo del modelo de objetos a formato de persistencia XML y de XML al modelo de objetos. Adicionalmente Hermes brinda funcionalidades para la creación, lectura, validación y persistencia de mensajes HL7 v2.3.1 para el intercambio de documentos clínicos.

3.2. Guía de Implementación de CDA

3.2.1. Objetivo

El objetivo de la Guía de Implementación de CDA es establecer las restricciones a aplicar a la cabecera y el cuerpo de los documentos a generar desde los diferentes subsistemas de gestión y que forman parte de la Historia Clínica Electrónica.

3.2.2. Alcance

El alcance de la Guía de Implementación es la estandarización de los documentos clínicos relevantes a la Historia Clínica Electrónica del Sistema de Gestión Hospitalaria alas HIS. En la misma se describe las restricciones de formato CDA a aplicar a cada uno de los siguientes documentos:

- **Hoja frontal:** Este documento contendrá los datos demográficos del paciente.
- **Orden de admisión:** Este documento contendrá los datos que motivan la admisión del paciente.
- **Hoja de admisión:** Este documento contendrá los datos de la admisión realizada.
- **Informe final de autopsia:** Este documento contendrá el informe de autopsia generado por el servicio de Anatomía Patológica.
- **Informe final de biopsia:** Este documento contendrá el informe de biopsia generado por el servicio de Anatomía Patológica.
- **Informe final de citología:** Este documento contendrá el informe de citología generado por el servicio de Anatomía Patológica.
- **Informe final de inmunohistoquímica (IHQ):** Este documento contendrá el informe de IHQ generado por el servicio de Anatomía Patológica.
- **Solicitud de análisis de Anatomía Patológica:** Este documento contendrá los datos de las solicitudes de análisis al servicio de Anatomía Patológica.
- **Solicitud de autopsia:** Este documento contendrá los datos de las solicitudes de autopsia al servicio de Anatomía Patológica.
- **Hoja de anestesia estándar y cardiovascular:** Este documento contendrá los datos de las dosis anestésicas puestas al paciente en el servicio de Cirugía.

- **Nota operatoria:** Este documento contendrá las notas realizadas a un paciente en el servicio de Cirugía.
- **Ficha de donación:** Este documento contendrá los datos de las donaciones realizadas por el paciente desde el servicio de Banco de Sangre.
- **Registro de transfusión:** Este documento contendrá las transfusiones realizadas al paciente desde el servicio de Banco de Sangre.
- **Tratamiento terapéutico:** Este documento contendrá los tratamientos terapéuticos generados por el servicio de Banco de Sangre.
- **Cita:** Este documento contendrá las citas de atención programadas al paciente desde el servicio de Citas.
- **Contrareferencia:** Este documento contendrá los datos de contrareferencia realizadas al paciente desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Informe médico:** Este documento contendrá los datos de los informes médicos realizados al paciente desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Orden médica:** Este documento contendrá los datos de las órdenes médicas realizadas al paciente desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Récipe:** Este documento contendrá los datos de los récipes realizados al paciente desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Constancia:** Este documento contendrá los datos de las constancias realizadas al paciente desde el servicio de Consulta Externa.
- **Hoja general de consulta:** Este documento contendrá los datos de las consultas realizadas al paciente desde el servicio de Consulta Externa.
- **Hoja para triaje general:** Este documento contendrá los datos de los triajes realizados desde el servicio de Consulta Externa.
- **Referencia:** Este documento contendrá los datos de referencia médica realizados al paciente desde el servicio de Consulta Externa.
- **Solicitud de intervención:** Este documento contendrá los datos de las solicitudes de intervención realizadas desde el servicio de Consulta Externa.

- **Hoja de emergencias:** Este documento contendrá los datos de tratamientos, observaciones y consultas realizadas desde el servicio de Emergencias.
- **Control de balance de líquidos:** Este documento contendrá el control de los balances de líquidos realizados al paciente desde el servicio de Enfermería.
- **Certificado de defunción:** Este documento contendrá los datos que certifican una defunción desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Evolución médica:** Este documento contendrá los datos de las evoluciones médicas realizadas al paciente desde los servicios de Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja de gastroenterología:** Este documento contendrá los datos de gastroenterología desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja de radioterapia y medicina nuclear:** Este documento contendrá los datos de los tratamientos de radioterapias y de medicina nuclear desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja de reumatología:** Este documento contendrá los datos reumatológicos desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja ginecológica:** Este documento contendrá los datos de exámenes ginecológicos desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja de cirugía colo-rectal:** Este documento contendrá los datos de las cirugías colo-rectal aplicadas al paciente desde los servicios de Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja de hospitalización:** Este documento contendrá los datos de informes generados en el servicio de Hospitalización.
- **Hoja pediátrica:** Este documento contendrá los datos de la atenciones médicas a niños.
- **Hoja de interconsulta:** Este documento contendrá los datos de las interconsultas desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja de traumatología y ortopedia:** Este documento contendrá los datos relacionados a traumatología y ortopedia generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja dermatológica:** Este documento contendrá los datos dermatológicos relacionados al paciente generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.

- **Hoja hemato-oncológica:** Este documento contendrá los datos hemato-oncológicos del paciente generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja hemato-oncológica pediátrica:** Este documento contendrá los datos hemato-oncológicos de los pacientes menores de edad generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja neurológica:** Este documento contendrá los datos neurológicos del paciente generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja de otorrinolaringología (ORL):** Este documento contendrá los datos de ORL del paciente generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja obstétrica:** Este documento contendrá los datos obstétricos generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja oftalmológica:** Este documento contendrá los datos oftalmológicos generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Hoja uro-genital:** Este documento contendrá los datos uro-genitales del paciente generados desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Indicaciones médicas:** Este documento contendrá las indicaciones médicas realizadas al paciente desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Informe de alta:** Este documento contendrá los datos que certifican el alta del paciente desde el servicio de Hospitalización.
- **Orden de dieta:** Este documento contendrá los datos concernientes a la dieta del paciente generada desde los servicios de Consulta Externa, Hospitalización o Emergencias.
- **Orden de transferencia:** Este documento contendrá los datos relacionados a una transferencia generada desde el servicio de Hospitalización.
- **Solicitud de biopsia:** Este documento contendrá los datos relacionados a la solicitud de biopsia realizada al servicio de Anatomía Patológica.
- **Solicitud de citología:** Este documento contendrá los datos relacionados a la solicitud de citología realizada al servicio de Anatomía Patológica.
- **Solicitud de citología ginecológica:** Este documento contendrá los datos relacionados a las solicitudes de citología ginecológica realizadas al servicio de Anatomía Patológica.

- **Solicitud de examen de tipiaje:** Este documento contendrá los datos de los exámenes de tipiaje.
- **Solicitud de interconsultas:** Este documento contendrá la solicitud de interconsulta.
- **Solicitud de intervención quirúrgica:** Este documento contendrá los datos de la solicitud de intervención quirúrgica realizada al servicio de Cirugía.
- **Solicitud de transfusión:** Este documento contendrá la solicitud de transfusión realizada al servicio de Banco de Sangre.
- **Solicitud de exámenes de laboratorio:** Este documento contendrá los datos necesarios al solicitar la realización de exámenes de laboratorio.
- **Informe de resultados de exámenes de laboratorio:** Este documento contendrá los resultados de los exámenes de laboratorio.
- **Fichas de investigación epidemiológicas (FIE):** Estos documentos contendrán los datos de las investigaciones epidemiológicas realizadas al paciente desde el servicio de Epidemiología. Las fichas de investigación son:
 - Ficha de alimentos
 - Ficha de investigación de cólera
 - Ficha de investigación de dengue
 - Ficha de investigación de difteria
 - Ficha de investigación de enfermedades de respiratorias agudas
 - Ficha de investigación de investigación de hepatitis viral aguda
 - Ficha de investigación de hepatitis viral aguda
 - Ficha de investigación del Instituto Nacional de Higiene
 - Ficha de investigación de investigación de caso
 - Ficha de investigación de investigación de leptospirosis
 - Ficha de muestra de heces de parálisis flácida
 - Ficha de investigación de parotiditis

- Ficha de investigación de plaguicidas
- Ficha de investigación de poliomielitis
- Ficha de investigación de rabia
- Ficha de investigación de sarampión y rubéola
- Ficha de investigación de síndrome febril íctero-hemorrágico
- Ficha de investigación S.I.R.E.V.A.
- Ficha de investigación de tuberculosis
- Ficha de investigación de V.I.H.
- Ficha de vacunación e inmunización

3.2.3. Metodología

Esta guía de implementación es un perfil de conformidad basado en el estándar HL7 Clinical Document Architecture, release 2.

3.2.4. Anotaciones generales

Identificadores de objetos de ISO

HL7/CDA hace uso de los identificadores de objetos de ISO, referidos en la literatura como OID (por sus siglas en inglés). Un OID es una cadena única de números separados por puntos que representa unívocamente a un objeto. Según ISO, los OID son caminos en una estructura arbórea donde el número más a la izquierda representa la raíz, y el de la derecha representa la hoja. Cada ramificación bajo la raíz corresponde a una entidad de asignación la cual es una organización que queda bajo custodia de su raíz. Cada una de estas entidades de asignación es dueña de un espacio de nombres, el cual es el subárbol o ramificación que la identifica, por lo que puede designar nuevas entidades de asignación, a las cuales identifica con ramificaciones a partir de su número raíz.

Los OID son el esquema de identificación única de objetos más utilizado en los estándares. HL7 tiene un espacio de nombres reservado y como entidad de asignación asigna ramas a organizaciones, usuarios y empresas. Cada nueva ramificación es registrada para evitar reasignarla o para resolver conflictos. Para el HIS queda asignado el OID 2.16.840.1.113883.3.299.1. A partir del mismo se debe trazar una estrategia de asignación de ramas para la identificación

de objetos, artefactos, entidades de asignación. Para los objetivos del presente trabajo, se define 2.16.840.1.113883.3.299.1.X.1 como el OID para los tipos de documentos clínicos, y el 2.16.840.1.113883.3.299.1.X.3 para los números de historia clínica. Debe entenderse por X un número que junto a sus antecesores forma un OID de un hospital. Queda reservado el valor X=0 para referir casos de ejemplo.

Fecha y hora

Los datos de fecha y hora se representan siempre según el estándar ISO8601.

3.2.5. Cabecera de los documentos CDA

ClinicalDocument

Los documentos CDA son a su vez documentos XML por lo cual todo documento CDA comenzará con `<?xml version="1.0"? >` y opcionalmente se podrá incluir el atributo `encoding="UTF-8"` (ver figura 3.1).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

Figura 3.1: Encabezado de todo documento XML.

Todos los documentos comenzarán con el elemento raíz *ClinicalDocument* que tiene un atributo *xmlns* para la declaración de *namespace*, además de los atributos *classCode* y *moodCode* para indicar el tipo de documento CDA. En todos los documentos los atributos son de carácter obligatorio y con los valores fijos que se muestran en 3.2.

```
<ClinicalDocument xmlns="urn:h17-org:v3"
                  classCode="DOCCLIN" moodCode="EVN">
  ...
</ClinicalDocument>
```

Figura 3.2: Encabezado de un documento CDA.

Los elementos a continuación son de inclusión obligatoria y en el orden en que son expuestos, teniendo como elemento padre a *ClinicalDocument*. Se hará referencia explícita cuando la aparición de un elemento pueda ser opcional. Los atributos expuestos con los elementos tienen igualmente un carácter obligatorio.

typeId

El elemento *typeId* es una referencia explícita tecnológicamente neutral a la especificación de CDA. Este elemento tiene dos atributos que deben ser evaluados así:

- *root* = "2.16.840.1.113883.1.3" que es el OID para los modelos registrados por HL7.
- *extension* = "POCD_HD000040" que es el identificador único para la especificación jerárquica de CDA.

```
<typeId root="2.16.840.1.113883.1.3" extension="POCD_HD000040"/>
```

Figura 3.3: Elemento **typeId**.

id

El elemento *id* representa el identificador único de instancia (UID) de un documento clínico. El elemento *id* distingue un documento de forma única y universal de todos los demás documentos. Esto permite que los documentos se transfieran entre los distintos sistemas sin colisiones. El elemento *id* contiene un atributo *root* y un atributo *extension* que deberán ser evaluados:

- *root* = "2.16.840.1.113883.3.299.1.X.1" que es el identificador obtenido a partir del OID asignado por HL7.
- *extension* = "número único generado para el documento" que es un número generado por el sistema. La estrategia de generación quedará definida de forma que no existan dos documentos con el mismo par root-id del elemento *id*.

```
<id root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.1" extension="98032404232288"/>
```

Figura 3.4: Elemento **id**.

templateId

El elemento *templateId* es un mecanismo de CDA para referenciar a una plantilla o guía de implementación con un identificador asignado. El valor "2.16.840.1.113883.3.299.1.X.1" es para el atributo *root*, el atributo *extension* tiene el valor de los definidos en el anexo A.

Ejemplo (para un documento de informe de resultados de laboratorio):

```
<templateId root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.1" extension="LB-R.E" />
```

Figura 3.5: Elemento **templateId**.

code

El elemento *code* especifica el tipo particular del documento que se genera. Este valor se extrae del nomenclador LOINC, y tiene un tipo de dato "Codificado con extensiones" (CWE). CWE significa que los implementadores deben usar el conjunto de códigos suministrado, en este caso de LOINC, o puede utilizarse un código sustituto si fuese necesario. Los atributos a utilizar son:

- *code* que contendrá el código que indica el tipo de documento.
- *codeSystem* que es el OID de la organización que define el código.
- *codeSystemName* que es el nombre de la organización que define el código.

Ejemplo (para un documento de informe de resultados de laboratorio):

```
<code code="28570-0" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"  
codeSystemName="LOINC"/>
```

Figura 3.6: Elemento **code**.

title

El elemento *title*(figura 3.7) se utiliza para el título del documento.

```
<title>Informe de resultados de laboratorio</title>
```

Figura 3.7: Elemento **title**.

effectiveTime

Es la fecha y hora de creación del documento. Cuando el documento CDA es una transformación de otro documento, el elemento *effectiveTime* corresponde a la fecha y hora de creación del documento original.

Ejemplo:

```
<effectiveTime value="20080412085613"/>
```

Figura 3.8: Elemento **effectiveTime**.

confidentialityCode

El elemento *confidentialityCode* es un componente contextual requerido de CDA, donde el valor expresado como código de confidencialidad en el encabezado se asume para todo el documento, salvo que se cambien en algún valor anidado. Las posibles formas de utilizar este elemento son:

- Para confidencialidad normal

```
<confidentialityCode code="N" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" / >
```
- Para confidencialidad restringida

```
<confidentialityCode code="R" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" / >
```
- Para confidencialidad muy restringida

```
<confidentialityCode code="V" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25" / >
```

recordTarget

El elemento *recordTarget* representa a la persona a cuya historia clínica pertenece este documento. Típicamente este es el paciente que además es el sujeto del reporte, aunque a veces el sujeto puede ser una muestra de tejido, un feto, etc. Un documento clínico tiene exactamente un *recordTarget*. En el caso poco común donde un documento clínico (como una nota de encuentro

sobre un grupo de pacientes) se incluye en la historia clínica de más de un paciente, más de un participante *recordTarget* puede ser expresado. El elemento *recordTarget* de un documento se define en el encabezado y se propaga al resto del documento, donde no puede ser modificado. Dentro del elemento *recordTarget* se encuentra el elemento *patientRole* que a su vez contiene otros elementos que recogen los datos del paciente.

Se utilizará el *recordTarget* como se muestra en la figura 3.9. En cada uno de los elementos y atributos se especifica cuándo es necesario sustituir y por cuál valor.

```
<recordTarget>
  <patientRole>
    <id extension="Sustituir por el numero de historia clinica del paciente"
      root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.3"/>

    <addr>
      <country>Sustituir por el pais de residencia</country>
      <state>Sustituir por el estado de residencia</state>
      <city>Sustituir por la ciudad de residencia</city>
      <censusTract>Sustituir por la localidad de residencia</censusTract>
      <streetNameType>Sustituir por el tipo de calle, avenida, etc.
      </streetNameType>
      <streetNameBase>Sustituir por el nombre de la calle de residencia
      </streetNameBase>
      <houseNumber>Sustituir por el nmero de la casa</houseNumber>
    </addr>

    <telecom value="Sustituir por el numero telefonico"/>

    <patient>
      <name>
        <given>Sustituir por el nombre del paciente</given>
        <family>Sustituir por el primer apellido del paciente</family>
        <family>Sustituir por el segundo apellido del paciente</family>
      </name>

      <administrativeGenderCode code="Sustituir por el genero del paciente"
        codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1"/>

      <birthTime value="Sustituir por la fecha de nacimiento del paciente"/>
  </patientRole>
</recordTarget>
```

```
<maritalStatusCode code="Sustituir por el estado civil"
                    codeSystem="2.16.840.1.113883.5"/>

<raceCode code="Sustituir por la raza"
           codeSystem="2.16.840.1.113883.5"/>

<ethnicGroupCode code="Sustituir por la etnia
                     (segun el sistema de codificacion de HL7)"
                  codeSystem="2.16.840.1.113883.5"/>

<birthplace>
  <place>
    <addr>
      <country>Sustituir por el pais de nacimiento</country>
      <state>Sustituir por el estado de nacimiento</state>
      <city>Sustituir por la ciudad de nacimiento</city>
      <censusTract>Sustituir por la localidad de nacimiento
      </censusTract>
      <streetNameType>Sustituir por el tipo de calle, avenida, etc.
      </streetNameType>
      <streetNameBase>Sustituir por el nombre de la calle de nacimiento
      </streetNameBase>
      <houseNumber>Sustituir por el numero de la casa</houseNumber>
    </addr>
  </place>
</birthplace>

</patient>
</patientRole>
</recordTarget>
```

Figura 3.9: Elemento **recordTarget**.

author

El elemento *author* (figura 3.10) representa a los humanos (por contraposición a los programas) que generan el documento. Notar que el elemento *author*, por inclusión, contiene elementos hijos requeridos: *time* y *assignedAuthor*. Puede haber uno o más autores identificados en el encabezado. Su autoría aplica al documento completo a menos que se modifique en algún elemento interno.

```
<author>
  <time value="Sustituir por la fecha y hora en que se crea el documento"/>
  <assignedAuthor>
    <id extension="Sustituir por el numero de matricula medica"
      root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.4"/>
    <assignedPerson>
      <name>
        <given>Sustituir por el nombre del autor</given>
        <family>Sustituir por el primer apellido del autor</family>
        <family>Sustituir por el segundo apellido del autor</family>
      </name>
    </assignedPerson>
    <representedOrganization>
      <id root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0"/>
      <name>Sustituir por el nombre del centro de salud</name>
    </representedOrganization>
  </assignedAuthor>
</author>
```

Figura 3.10: Elemento **author**.

custodian

El elemento *custodian* representa la organización que está a cargo de la conservación del documento. Todos los documentos CDA tienen exactamente un elemento *custodian*.

```
<custodian>
  <assignedCustodian>
    <representedCustodianOrganization>
      <id root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.4"
```

```
        extension="Sustituir por el numero de matricula medica"/>
        <name>Sustituir por el nombre del hospital</name>
    </representedCustodianOrganization>
</assignedCustodian>
</custodian>
```

Figura 3.11: Elemento **custodian**.

legalAuthenticator

El elemento *legalAuthenticator* recoge los datos del firmante del documento. Todos los documentos CDA tienen exactamente un elemento *legalAuthenticator*.

```
<legalAuthenticator>
  <time value="Sustituir por la fecha y hora de firma del documento"/>
  <signatureCode code="S"/>
  <assignedEntity>
    <id extension="Sustituir por el numero de matricula medica"
      root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.4"/>
    <assignedPerson>
      <name>
        <given>Sustituir por el nombre del firmante</given>
        <family>Sustituir por el primer apellido del firmante</family>
        <family>Sustituir por el segundo apellido del firmante</family>
      </name>
    </assignedPerson>
  </assignedEntity>
</legalAuthenticator>
```

Figura 3.12: Elemento **legalAuthenticator**.

participant

El elemento *participant* es de inclusión opcional, se utiliza solamente si en el momento del acto clínico hay otras personas participando y que son de relevancia para el mismo, por ejemplo algún acompañante del paciente. En el caso de los documentos que son consecuentes a solicitudes, el elemento es de inclusión obligatoria y recoge los datos del clínico solicitante.

```
<participant typeCode="PRCP">
  <time value="Sustituir por la fecha y hora de participacion"/>
  <associatedEntity classCode="CON">
    <id extension="Sustituir por la matricula medica o numero de identidad"
      root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.4"/>
    <associatedPerson>
      <name>
        <given>Sustituir por el nombre del participante</given>
        <family>Sustituir por el primer apellido del participante</family>
        <family>Sustituir por el segundo apellido del participante</family>
      </name>
    </associatedPerson>
  </associatedEntity>
</participant>
```

Figura 3.13: Elemento **participant**.

relatedDocument

El elemento *relatedDocument* es de inclusión opcional, y puede aparecer varias veces. Con el mismo se referencian otros documentos relacionados al documento en cuestión (figura 3.14).

3.2.6. Cuerpo de los documentos CDA

Los datos propiamente clínicos se narran en el cuerpo del documento CDA. El cuerpo del documento CDA puede estar estructurado o no. Un cuerpo no estructurado es un texto de libre redacción que no contempla estructuras que le puedan aportar un valor semántico-computable. En sentido opuesto, un cuerpo estructurado define el uso de ciertas estructuras que aportan datos semántico-computable del acto clínico narrado.


```
<relatedDocument typeCode="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.1">
  <parentDocument classCode="DOCCLIN" moodCode="EVN">
    <id extension="Sustituir por la extension (asociada al elemento id)
      del documento relacionado"
      root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.3"/>
    <text>Sustituir por el titulo (asociado al elemento titulo) del
      documento relacionado</text>
  </parentDocument>
</relatedDocument>
```

Figura 3.14: Elemento **relatedDocument**.

structuredBody

Los documentos afines a esta guía de implementación siempre contendrán un cuerpo estructurado. El cuerpo de todo documento clínico siempre estará dentro de un elemento *component*. Para especificar que es un cuerpo estructurado se anida uno y solo un elemento *structuredBody*. A partir de éste comienza la narración del acto clínico.

```
<component>
  <structuredBody>
    ....
  </structuredBody>
</component>
```

Figura 3.15: Elemento **component**.

En lo adelante, en ausencia de otra especificación, los elementos que se exponen deben tener como elemento padre a *structuredBody*.

section

La narración del acto clínico deberá aparecer siempre dentro de un elemento *section* anidado dentro de un elemento *component*. Esta combinación puede aparecer dentro de un cuerpo estructurado tantas veces como sea necesaria, lo cual brinda la posibilidad de estructurar el texto por secciones lógicamente separables.

A su vez, cada documento *section* contendrá un elemento *title* con el título o nombre de la sección. Dentro de el elemento *section* y a continuación del elemento *title* pueden aparecer uno de los siguientes elementos:

- *text* para texto libre.
- *table* para dar estructura tabular. Esta tabla corresponde con la especificación del World Wide Web Consortium (W3C) para el lenguaje HTML.
- *paragraph* para delimitar un nuevo párrafo. Esta tabla corresponde con la especificación de la W3C para el lenguaje HTML.
- *list* para dar estructura de lista. Esta tabla corresponde con la especificación de la W3C para el lenguaje HTML.
- *caption* para sobresaltar texto. Esta tabla corresponde con la especificación de la W3C para el lenguaje HTML.
- *link* para crear enlaces. Esta tabla corresponde con la especificación de la W3C para el lenguaje HTML.

Ejemplo:

```
<component>
  <structuredBody>

    <component>
      <section>
        <title>Sustituir por el nombre</title>

        <text>Sustituir por el texto narrativo del acto</text>
      <section>
    </component>

    <component>
      <section>
        <title>Sustituir por el nombre</title>

        <table>
          <tbody>
```

```

        <tr>
            <th>Sustituir por el texto de encabezado</th>
        </tr>
        <tr>
            <td>Sustituir por el valor tabulado</td>
            .....
        </tr>
        .....
    </tbody>
</table>
    <section>
</component>
    .....

</structuredBody>
</component>

```

Figura 3.16: Elemento **structuredBody**.

El cuerpo de un documento CDA narra el acto clínico y en él se recogen los datos correspondientes. El objetivo del mismo es que sea legible para las personas, pero también persigue el objetivo de ser procesable por los sistemas de información. En este sentido existe el elemento *entry* cuyo objetivo es estructurar la información clínica procesable por las computadoras. Debido a que CDA deja demasiada amplia la especificación del cuerpo de los documentos clínicos y por la relevancia y beneficios que reviste en el procesamiento automático de la información se señala muy necesaria la utilización de las entradas para nomencladores (elemento *entry*) pues «cuanto más se invierta en codificar la información incluida obtendremos mayor potencial de reutilización de la información posterior» [8].

Para utilizar las entradas nombradas cada palabra o concepto, por ejemplo una patología, que tiene un valor en el vocabulario de términos se marca con el elemento `<content ID="id1">`, teniendo en cuenta que el atributo ID del elemento tiene que ser único para cada término en el documento.

A continuación del elemento *text* donde se redactó la anotación médica, se pone un elemento *entry* por cada *content*. Dentro de cada uno de los elementos *entry* se encuentran datos de control sobre la anotación realizada y un elemento *value* con el que se relaciona el valor del vocabulario de términos o nomenclador. Ejemplo de elemento *entry*:

```
<entry>
  <observation classCode="OBS"
    moodCode="EVN">

    <code code="30954-2"
      codeSystemName="LOINC"
      codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"/>

    <statusCode code="completed"/>

    <effectiveTime value="20090620"/>

    <value xsi:type="CD"
      code="14562-3"
      codeSystem="2.16.840.1.113883.3.7.1.16"
      codeSystemName="LOINC"
      displayName="Mycobacterium tuberculosis">

      <originalText>
        <reference value="#id1"/>
      </originalText>

    </value>
  </observation>
</entry>
```

Figura 3.17: Elemento **entry**.

En el anexo 1 se relaciona un documento CDA completo siguiendo la Guía de Implementación donde se puede observar el uso de las entradas nombradas.

3.3. Visor de Historias Clínicas Electrónicas

3.3.1. Descripción arquitectónica

La Arquitectura de Software es un diseño de alto nivel de la estructura de un sistema. En la misma se describen los patrones y diagramas más relevantes estableciendo un modelo o línea base de desarrollo. De esta forma se crea un sistema de abstracciones coherentes que proporciona el marco de referencia necesario y erige las pautas a seguir en la construcción del sistema. La arquitectura del Visor de Historias Clínicas está regida por el documento [44] que establece la arquitectura del sistema alas HIS y se basa en el uso de patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC).

Modelo de diseño

Con el modelo de diseño se realiza un refinamiento del proceso de análisis llevado a cabo por el analista. Mediante este proceso y teniendo en cuenta los requisitos no funcionales del sistema se obtiene un plano del modelo de implementación. A partir del diagrama de clases del diseño se establecen las clases del diseño que mediante sus objetos van a dar respuesta a los casos de uso.

En el levantamiento de requisitos se identificaron un total de 70 casos de uso:

- Ver datos clínicos generales del paciente.
- Ver datos de donaciones y transfusiones del paciente.
- Ver solicitud de transfusión.
- Ver donación.
- Ver datos de estudios anatomopatológicos del paciente.
- Ver informe final.
- Ver datos de estudios imagenológicos del paciente.
- Ver resultado de estudio imagenológico.
- Ver datos de exámenes de laboratorio del paciente.
- Ver informe de resultados.
- Ver datos de intervenciones quirúrgicas del paciente.
- Ver hoja de anestesia cardiovascular.

- Ver hoja de anestesia estándar.
- Ver nota operatoria.
- Ver datos de hospitalizaciones del paciente.
- Ver admisión.
- Ver transferencia.
- Ver egreso.
- Ver evolución médica.
- Ver hoja de cirugía colo-rectal de hospitalización.
- Ver hoja de gastroenterología de hospitalización.
- Ver hoja de radioterapia y medicina nuclear de hospitalización.
- Ver hoja de traumatología y ortopedia.
- Ver hoja dermatológica de hospitalización.
- Ver hoja general de hospitalización.
- Ver hoja ginecológica de hospitalización.
- Ver hoja hemato-oncológica de hospitalización.
- Ver hoja hemato-oncológica pediátrica de hospitalización.
- Ver hoja neurológica de hospitalización.
- Ver hoja obstétrica de hospitalización.
- Ver hoja oftalmológica de hospitalización.
- Ver hoja ORL de hospitalización.
- Ver hoja uro-genital de hospitalización.
- Ver datos de emergencias del paciente.
- Ver hoja de emergencia.

- Ver datos de consultas especializadas en las que ha recibido atención el paciente.
- Ver datos de Hoja de cirugía Colo-Rectal.
- Ver datos de Hoja de gastroenterología.
- Ver datos de Hoja de radioterapia y medicina nuclear.
- Ver datos de Hoja dermatológica.
- Ver datos de Hoja general de consulta.
- Ver datos de Hoja ginecológica.
- Ver datos de Hoja hemato-oncológica.
- Ver datos de Hoja hemato-oncológica pediátrica.
- Ver datos de Hoja neurológica.
- Ver datos de Hoja obstétrica.
- Ver datos de Hoja odontológica.
- Ver datos de Hoja oftalmológica.
- Ver datos de Hoja ORL.
- Ver datos de Hoja para triaje general.
- Ver datos de Hoja reumatológica.
- Ver datos de Hoja traumatología y ortopedia.
- Ver datos de Hoja uro-genital.
- Ver datos de investigaciones epidemiológicas del paciente.
- Ver datos de infecciones intrahospitalarias del paciente.
- Ver Ficha de Infección intrahospitalaria.
- Ver FIE Poliomielitis.
- Ver FIE de sarampión- rubéola.

- Ver FIE de Síndrome respiratorio agudo severo.
- Ver FIE de brucelosis.
- Ver FIE de emponzoñamiento ofídico.
- Ver FIE de Enfermedad respiratoria aguda.
- Ver FIE de Enfermedad transmitida por alimentos.
- Ver FIE de VIH/SIDA.
- Ver FIE de Síndrome febriles ictero hemorrágico.
- Ver FIE de Síndrome rubéola congénita.
- Ver FIE para la vigilancia de la mortalidad en menores de 5 años.
- Ver FIE para la vigilancia de la Mortalidad Materna.
- Ver Ficha de muestra de heces de casos de parálisis flácida.
- Ver FIE de hepatitis viral aguda.
- Ver FIE de parotiditis.
- Ver FIE de tuberculosis.
- Ver FIE de cólera.
- Ver FIE de difteria.
- Ver FIE de intoxicación por plaguicidas.
- Ver FIE de leptospirosis.
- Ver Formulario para el examen clínico de secuela Post- Parálisis flácida.
- Ver FIC supuestos atribuibles a la vacunación e inmunización.
- Ver FIE de SIREVA.
- Ver inmunizaciones del paciente.

La creación de los diferentes documentos clínicos sucede en cada uno de los módulos del sistema pero es el conjunto de componentes del Visor de Historias Clínicas quienes proveen de las funcionalidades para la correcta creación y persistencia de los documentos en formato CDA. En la Historia Clínica Electrónica no se permite eliminar ni modificar un documento creado. Si se desea realizar una corrección sobre algún tratamiento o dato mal tomado, debe generarse otro documento refiriendo al documento anterior.

En [43] queda definido del modelo de diseño correspondiente al Visor de Historias Clínicas Electrónicas.

3.3.2. Modelo de datos del sistema

El modelo de datos es un modelo conceptual en el que se representan las entidades y las relaciones presentes después de realizar un ejercicio de abstracción sobre el análisis de requisitos. El mismo permite entender y nombrar la información, evitar la redundancia, asegurar la corrección, validación y completitud de los datos. En el modelo de datos las entidades reflejan objetos del negocio de los que es necesario almacenar datos. Los datos que describen una entidad son almacenados en atributos o campos de la entidad. Los mismos representan características de la entidad que son relevantes al sistema. Las relaciones muestran la forma en que dos entidades se asocian.

El Visor de Historias Clínicas presenta una característica que lo diferencia de otros sistemas o módulos del HIS: la información a almacenar debe poderse firmar digitalmente. Debido a ello no es posible descomponer la información clínica en un modelo relacional pues al hacerlo se pierde el formato en que se creó invalidando de esta forma cualquier intención de validación de la firma digital.

Para poder asegurar la completitud de los datos clínicos se elige como formato de persistencia de los documentos clínicos CDA, no perdiendo de vista además su condición de formato estándar y las experiencias internacionales de adopción del mismo para la implementación de la Historia Clínica Electrónica. El modelo de datos de CDA es el Modelo de Información de Referencia, un metamodelo que mediante entidades con sus atributos y relaciones trata de expresar todos los posibles entornos sanitarios. El RIM tiene más de 1000 clases, aunque una restricción del RIM al dominio de CDA, el R-MIM, de CDA presenta una cantidad mucho menor. En todo caso dada la invalidez del modelo relacional para almacenar la información tampoco es el RIM de mucha ayuda en este punto, dado que no va a ser expresado mediante tablas y relaciones.

La necesidad real del Visor de Historias Clínicas es la de almacenar los documentos clínicos y al mismo tiempo poder accederlos rápidamente para recuperarlos y dar respuesta a cada uno de los casos de uso del sistema.

Una vía valorada fue el uso de un sistema de gestión de bases de datos orientado a documentos XML. Se experimentó con Sedna y Apache CouchDB. Tanto Sedna como CouchDB son sistemas

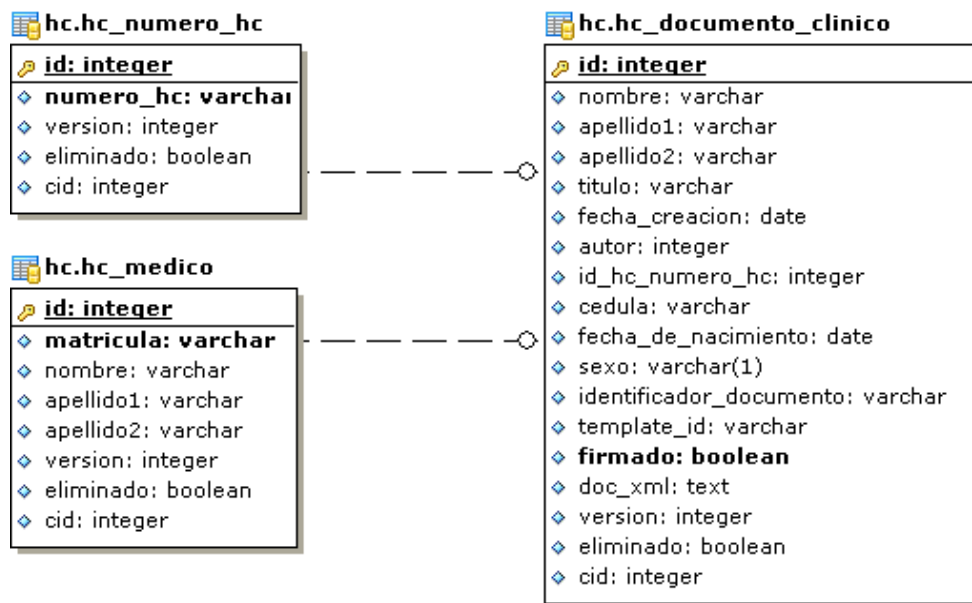


Figura 3.18: Modelo de datos del sistema.

de gestión estables aunque relativamente nuevos. Los mismos permiten el almacenamiento de gran cantidad de documentos y los tiempos de respuesta a consultas son aceptables. Las consultas al sistema de gestión no se realiza en lenguaje SQL, sino en los lenguajes de consulta para documentos XML: XPath o XQuery. El problema con estos sistemas de gestión de bases de datos orientadas a documentos XML es que para almacenar los documentos y tener buenos tiempos de respuesta a consultas desglosan los documentos en estructuras arbóreas que no garantizan la integridad de los documentos cuando son devueltos, por lo que la validación mediante firma digital falla.

Finalmente, atendiendo a los casos de uso, se decidió una variante mixta donde fuera posible obtener buenos tiempos de respuesta a consultas pero también poder obtener los documentos de forma íntegra cuando hiciese falta. Para ello se estudiaron los casos de uso y se obtuvo el diagrama que se muestra en la figura 3.18.

Descripción de las tablas de la base de datos

El diagrama del modelo de datos es una solución que combina el tiempo de respuesta y la robustez del modelo relacional con la seguridad y soporte a firma digital que brinda CDA. El mismo muestra tres tablas y dos relaciones con las cuales se pueden implementar todos los casos de uso del sistema. Los atributos en el cuadro 3.2 son comunes a todas las entidades y facilitan la implementación de funcionalidades de control y configuración del sistema.

Atributo	Tipo	Descripción
id	int4	Llave primaria autogenerada por el sistema.
version	int4	Número que indica las modificaciones realizadas sobre la entidad.
eliminado	boolean	Posibilita la eliminación lógica.
cid	int4	Para el control de los accesos por parte de los usuarios del sistema sobre la entidad.

Cuadro 3.2: Atributos comunes a todas las entidades.

hc_numero_hc		
Almacena el número de historia clínica.		
Atributo	Tipo	Descripción
numero_hc	varchar	Número de historia clínica con el que se asocian los documentos de un mismo paciente.

Cuadro 3.3: Descripción de la tabla hc_numero_hc.

La tabla **hc_numero_hc**(ver cuadro 3.3) es para almacenar el número de historia clínica, el cual es único para un paciente. Observando que el modelado debe ser flexible y permitir la redundancia y/o contradicciones que podrían producirse a partir de la propia dinámica de los procesos hospitalarios[26] la entidad Número de Historia Clínica se relaciona con muchas instancias de la entidad Documento Clínico, representados por la tabla **hc_documento_clinico**(ver cuadro 3.4). La entidad Documento Clínico tiene como atributos aquellos que son almacenados en el documento CDA pero que son muy utilizados en las consultas para listar o acceder a los documentos con lo cual agiliza el tiempo de respuesta de las consultas. Asimismo se determinó la creación de la entidad Médico, representada por la tabla **hc_medico** (ver cuadro 3.5), y relacionada con la entidad Documento Clínico debido a que muchos casos de uso generan consultas relacionadas con el médico que firmó el documento y por tanto es su autor legal.

3.3.3. Modelo de implementación

En el modelo de implementación se define la organización del código, la planificación de las integraciones de sistema necesarias en cada iteración y la implementación de las clases y subsistemas encontrados durante el diseño. En el mismo se describe cómo los elementos del diseño se implementan en componentes, básicamente paquetes y clases, aunque otros tipos de archivos que no corresponden a código fuente también entran en su alcance. Asimismo se debe proponer una estrategia de codificación que defina los formatos para la asignación de nombres a las variables, estilo de programación y métodos de documentación.

hc_documento_clinico		
Almacena los documento clínico que han sido generados en las atenciones al paciente.		
Atributo	Tipo	Descripción
nombre	varchar	Nombre del paciente.
apellido1	varchar	Primer apellido del paciente.
apellido2	varchar	Segundo apellido del paciente.
titulo	varchar	Título del documento.
fecha_creacion	date	Fecha de creación del documento.
autor	int4	Llave foránea que relaciona al documento con su médico autor legal.
id_hc_numero_hc	int4	Llave foránea que relaciona al documento clínico con un número de historia clínica.
cedula	varchar	Número de cédula del paciente.
fecha_nacimiento	date	Fecha de nacimiento del paciente.
sexo	varchar(1)	Sexo del paciente: M si es masculino, F si es femenino.
identificador_documento	varchar	Identificador único del documento CDA.
template_id	varchar	Identificador de la plantilla correspondiente al documento CDA.
firmado	boolean	Para saber si el documento CDA fue firmado digitalmente.
doc_xml	text	Campo para almacenar el documento CDA completo.

Cuadro 3.4: Descripción de la tabla hc_documento_clinico.

hc_medico		
Almacena datos del médico que creó el documento clínico.		
Atributo	Tipo	Descripción
matricula	varchar	Matrícula médica, número que identifica al médico en el registro de profesionales de la salud.
nombre	varchar	Nombre del médico.
apellido1	varchar	Primer apellido del médico.
apellido2	varchar	Segundo apellido del médico.

Cuadro 3.5: Descripción de la tabla hc_medico.

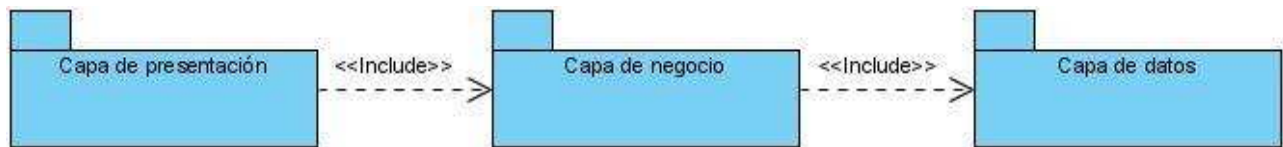


Figura 3.19: Subsistema de implementación.

Diagrama de componentes

Los diagramas de componentes describen las componentes físicas del sistema y sus relaciones. Los componentes representan todos los tipos de elementos software que intervienen en el desarrollo de los sistemas. Pueden ser simples archivos, paquetes o bibliotecas cargadas dinámicamente.

Las relaciones de dependencia se utilizan en los diagramas de componentes para indicar que un componente se refiere a los servicios ofrecidos por otro componente. Los distintos componentes pueden agruparse en paquetes según un criterio lógico y con vistas a simplificar la implementación. Los mismos se estereotipan como `<<Subsistemas>>` (ver figura 3.19). Cada subsistema puede contener componentes y otros subsistemas. La descomposición en subsistemas no es necesariamente una descomposición funcional (ver figura 3.20). La relación entre paquetes y clases en el nivel lógico es el que existe entre subsistemas y componentes en el nivel físico.

Diagrama de despliegue

En el Modelo de Despliegue se describe la distribución física del sistema en términos de cómo se distribuye el sistema y sus funcionalidades entre los nodos de cómputo. Un nodo de cómputo representa un recurso computacional, que generalmente tiene memoria y determinada capacidad de procesamiento. Mediante los nodos se modela la topología física sobre el que se ejecuta el sistema. La relación entre un nodo y el componente que despliega puede mostrarse con una relación de dependencia.

Los nodos pueden ser clasificados mediante estereotipos que caractericen el medio de cómputo:

- `<<executionEnvironment>>`: Nodos con capacidad de cómputo y poder de ejecución de un componente.
- `<<device>>`: Nodos sin capacidad de procesamiento y/o poder de ejecución de un componente. Representan equipos específicos para funciones complementarias.

El sistema está distribuido en tres nodos de cómputo: uno representa las PCs clientes las cuales pueden tener instalado cualquier sistema operativo y accederán a la aplicación mediante un navegador web, el segundo se corresponde con el servidor de aplicaciones JBoss AS 4.0 que

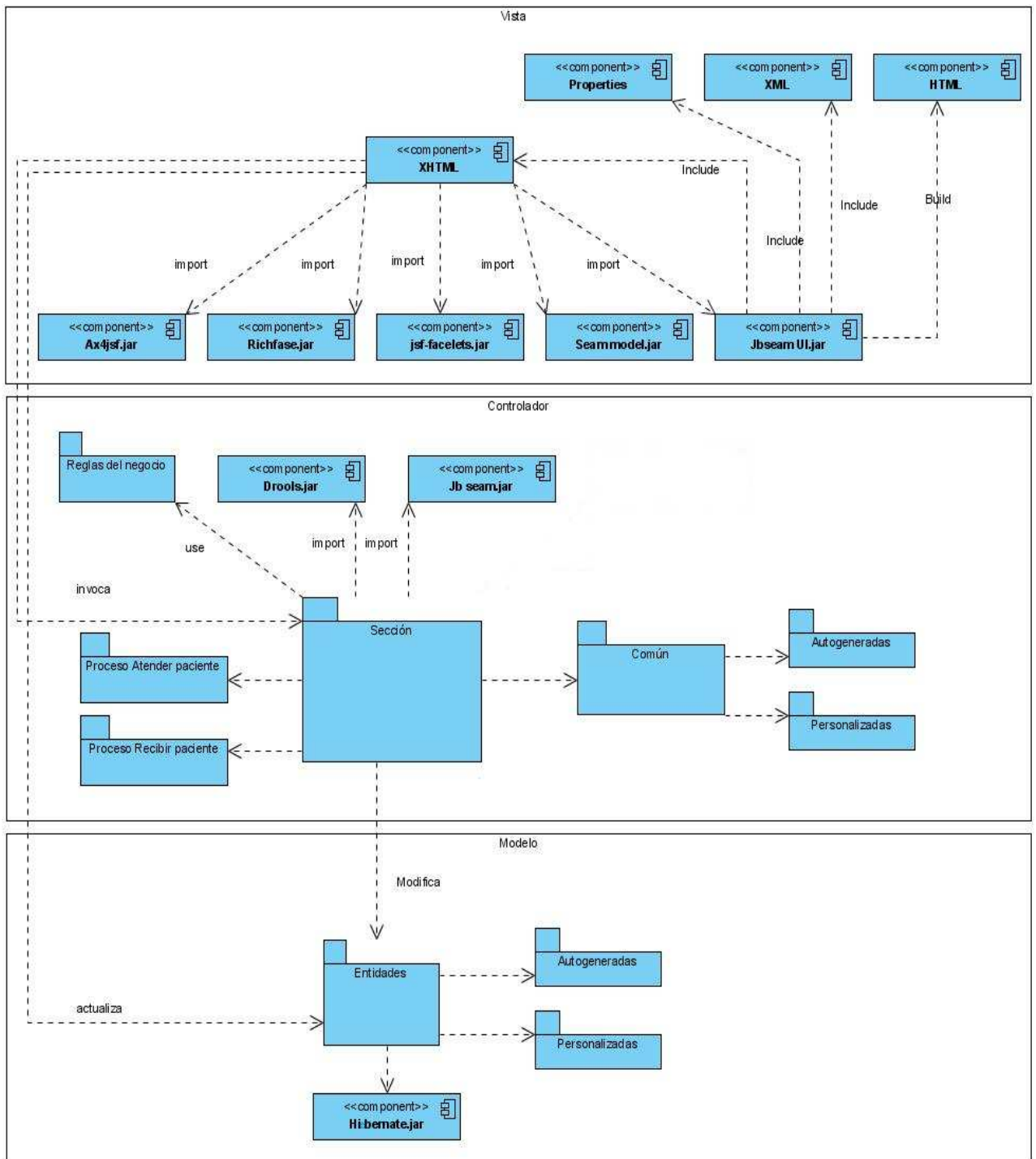


Figura 3.20: Subsistema de implementación, por capas.

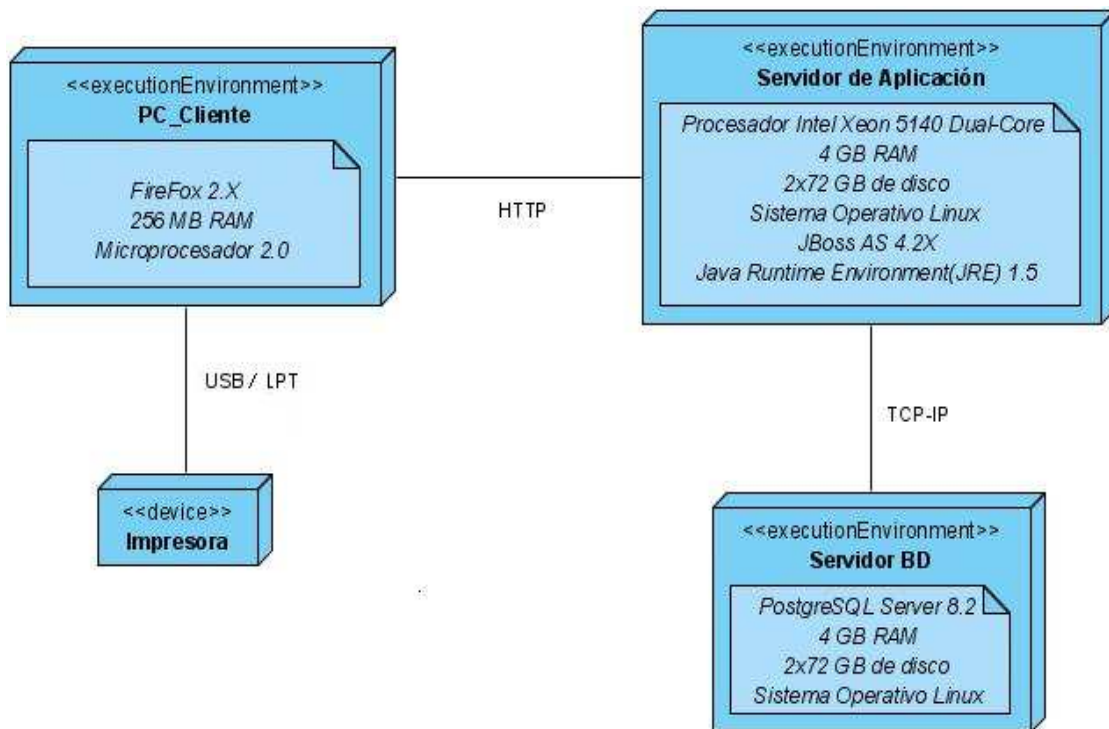


Figura 3.21: Diagrama de despliegue.

está conectado punto a punto con el tercer nodo que es el servidor de datos PostgreSQL 8.3 (ver figura 3.21). A estos Computadores pueden estar conectados otros Dispositivos, como impresoras, escáners, etc.

Estándares de codificación

Los estándares de codificación son pautas que se aplican para lograr uniformidad en el código producido por un grupo de desarrollo de un sistema reduciendo el riesgo de que los desarrolladores introduzcan errores. En sentido general se adoptó la Guía de Convenciones de Java[35].

3.3.4. Componentes relevantes

Creación y persistencia de documentos clínicos

Como parte de la implementación se obtuvo un componente para la creación de documentos clínicos CDA. El componente *HcManager* es la principal forma de proveer a los diferentes módulos del sistema alas HIS de una vía para la persistencia de los documentos generados. El mismo se encuentra disponible en el contexto de Sesión y puede ser accedido mediante una inyección de dependencias provista por el contenedor de aplicaciones.

El servicio para crear el documento clínico utiliza un modelo de datos y una plantilla FreeMarker específica por cada documento. El modelo de datos está disponible en el paquete correspondiente al Visor y el mismo permite determinar la plantilla que le corresponde.

FreeMarker es un lenguaje de plantillas robusto y rápido. En el diagrama 3.22 se muestra el modo en que opera. Una vez ejecutado el servicio, se obtiene como resultado de la acción un nuevo documento clínico firmado digitalmente.



Figura 3.22: Modelo de ejecución de FreeMarker[45].

Soporte a firma digital

La seguridad de la información se coloca en el tope de la lista de preocupaciones atendiendo a lo que es la manipulación de la información médica relacionada con el paciente o el profesional de la salud. Si consideramos que el movimiento de la información médica será en un futuro a través de internet, es entonces cuando se hace necesario enfocarse en cómo aumentar la seguridad de toda esta información. En un HIS la realización de solicitudes de exámenes, tratamientos u otros procederes por personal no autorizado puede ser fatal para la salud del paciente y el funcionamiento de la institución, por lo que la autenticación segura de los médicos es imprescindible.

La autenticación de los pacientes es igualmente importante, en especial si estos no son conocidos personalmente por el médico, ya que es vital para asegurar que las órdenes, resultados, prescripciones, y otros documentos o tratamientos producto de la interacción médico-paciente sean aplicados verdaderamente al paciente y con la calidad necesaria. La información clínica del paciente no permanece sólo en el hospital, sino que es integrada en un Centro de Datos donde se pone a disposición del paciente si el mismo necesitara accederla con motivo de asegurar una mejor calidad en la prestación del servicio desde otro centro asistencial de salud o con motivo de auditar su información clínica. En tales escenarios es necesaria una infraestructura de llave pública(PKI), en la cual la firma digital de los documentos juega un rol fundamental.

La firma digital es un método criptográfico mediante el cual se transforma un documento con una clave obteniendo un resumen o código único del documento. La integridad del documento firmado solamente es verificable con la clave correspondiente a la utilizada en el momento de la firma. En secciones anteriores se ha resaltado el potencial de firma de CDA y su necesidad en el entorno hospitalario.

El sistema alas HIS dispone de la posibilidad de realizar firmas digitales a través de un componente desarrollado en el marco del Visor de Historias Clínicas. La firma digital se logra a mediante el uso del componente *AdministradorFirmas*. El mismo brinda las siguientes funcionalidades:

- Firmar digitalmente un documento.
- Validar si un documento firmado es válido.
- Generar un certificado autofirmado.
- Conocer si existe un usuario en el almacén de claves(*keystore*).
- Generar un pedido de certificación(CSR).
- Exportar una llave privada.
- Exportar un certificado.
- Importar un certificado.

El componente hace uso de herramientas de JDK, llamadas a procesos y bibliotecas de clases libres[36]. La misma se integra de una forma coherente al perfil de seguridad del sistema siendo una componente más de la infraestructura para la administrarción de privilegios.

Conclusiones

- La gestión de la Historia Clínica Electrónica es fundamental para los procesos hospitalarios y los softwares estudiados aún no han alcanzado el grado de madurez necesario, algunos son privativos y/o no tienen la misma arquitectura que las HIS como para integrarlos.
- Los desarrollos de infraestructuras para el soporte de la Historia Clínica deben basarse en el uso de los estándares internacionales existentes.
- Se creó una biblioteca de clases que respalda la creación, lectura, validación y persistencia de documentos CDA v2 y de mensajes HL7 v2.3.1 para el intercambio de éstos.
- La generación de documentos mediante el uso de motores de plantillas es una vía factible de implementación de funcionalidades.
- Se creó un conjunto de funcionalidades para facilitar la creación a alto nivel de los documentos clínicos del sistema a las HIS desde los diferentes módulos. El API cuenta con componentes de respaldo a la firma digital de los documentos.
- El Visor de Historias Clínicas cumple con los requisitos recogidos en el Documento de Análisis[43] y complementa al sistema a las HIS con la informatización de la historia clínica en un formato estándar.

Futuras líneas de investigación y desarrollo

El sector de la informática médica está en constante desarrollo. Los sistemas a desarrollar deben continuar su evolución en aras de adaptarse a los cambios que existan en los procesos de los centros de salud, lograr una integración cada vez mayor y brindar nuevas vistas y funcionalidades que aporten más y mejores datos de apoyo a las decisiones médicas. Futuras líneas de investigación y desarrollo se formulan a continuación:

- La implementación de extensiones que incluyan la posibilidad de realizar resúmenes automáticos.

- La creación de módulos o extensiones para la emisión de alertas ante determinados eventos, teniendo en cuenta los estándares internacionales existentes.
- La validación de las funcionalidades con respecto al modelo funcional de HL7.
- Modelamiento de las funcionalidades utilizando el metamodelo japonés lo cual podría ayudar en la creación de sistemas ontológicos funcionales y la generación de nuevos conocimientos.
- El desarrollo de Sistemas de Gestión de Bases de Datos(SGBD) de propósito específico para el sector sanitario a partir del un modelo de datos basado en el RIM de HL7 con el Gestor de Bases de Datos PostgreSQL. Esto pondría a PostgreSQL en una posición de paridad con respecto a SGDB Oracle y otros privativos que ya cuentan con el RIM embebido como tipos de datos.
- El estudio y aplicación de otros estándares de apoyo a las desiciones médicas y al intercambio de documentos clínicos como Arden Syntax.

Se recomienda:

- Crear de comunidades virtuales que aborden temas sobre el uso de estándares informáticos en el dominio de la salud.
- Participar en congresos y diferentes eventos científicos nacionales e internacionales sobre integración de aplicaciones de gestión hospitalaria.
- Trabajar en el desarrollo y mejora de los planes de estudio sobre los estándares informáticos en el dominio de la salud.

Bibliografía

- [1] The ffehr project. <http://trac.afterfivetech.com/ffehr>.
- [2] Freemedforms. <http://www.freemedforms.com>.
- [3] Gnumed. <http://www.gnumed.org>.
- [4] HL7 spain. <http://www.hl7.es>.
- [5] Kewan his. <http://www.kewanhis.com>.
- [6] Yoel Odelso Suárez Rivero Aliuska MarreroÑieblas. Módulo banco de sangre del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba, 2009.*
- [7] Dan Allen. *Seam in Action*. 2008.
- [8] HL7 Argentina. HL7 para la comunidad iberoamericana-abril 2009. <http://hl7.org.arg>.
- [9] Reinel Muñoz Pérez Arianna DevesaÑavarro. Módulo hospitalización del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba, 2009.*
- [10] Leonardo García Ferrer Arturo Iván Morffe Zaldívar. Módulo consulta externa del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba, 2009.*
- [11] Julio Nelson Cudeiro Romero Carlos Daniel Fonseca Cantillo. Módulo anatomía patológica del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba, 2009.*
- [12] Gavin King Christian Bauer. *Java persistence with Hibernate*. 2007.
- [13] cms spain. Oracle adopta el estándar hl7 para compartir la información clínica de pacientes. <http://www.ecm-spain.com>, mayo 2006.
- [14] Red Hat Corporation. *Ajax4jsf Developer Guide*. 2007.
- [15] Red Hat Corporation. *RichFaces Developer Guide*. 2008.

- [16] Marcelo Paternostro Ed Merks Dave Steinberg, Frank Budinsky. *EMF: Eclipse Modeling Framework*. Segunda edición edition, 2008.
- [17] Cay Horstmann David Geary. *Core JavaServer Faces*. 2007.
- [18] Colectivo de autores. *De la HISToria Clínica a la HISToria de Salud Electrónica*. 2003.
- [19] Consejo de Estado. *Lineamientos estratégicos para la informatización de la sociedad cubana*. Traficantes de Sueños, traficantes de sueños edition, diciembre 2004.
- [20] Organización Panamericana de la Salud. *Sistemas de información y tecnología de información en salud: Desafíos y soluciones para América Latina y el Caribe*. Junio de 1998.
- [21] Derek Lane Debu Panda, Reza Rahman. *EJB 3 in Action*. 2007.
- [22] Instituto Universitario del Hospital Italiano de Buenos Aires. Hce, costos e implementación. *Curso universitario: Sistemas de información en los Sistemas de Salud*.
- [23] Instituto Universitario del Hospital Italiano de Buenos Aires. *HISToria Clínica Electrónica*.
- [24] Gustavo Luis Fong Zurbano Elisa Sierra Prego. Módulo enfermería del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba, 2009*.
- [25] Bert Bates Kathy Sierra Eric Freeman, Elisabeth Freeman. *Head First: Design Patterns*. 2004.
- [26] Martin Fowler. Contradictory observations. <http://www.martinfowler.com>, march 2009.
- [27] Michael Prieto Hernández Giselle Pérez Andrade. Módulo bloque quirúrgico del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba, 2009*.
- [28] The PostgreSQL Global Development Group. *PostgreSQL 8.3.8 Documentation*. 2008.
- [29] HL7 international. *HL7 Standar v3. Clinical Document Architecture v2*. 2003.
- [30] Reynier Soto Góngora Isnel Leyva Herbella. Módulo farmacia del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba, 2009*.
- [31] John R. Fallows Jonas Jacobi. *Pro JSF and Ajax*. 2006.
- [32] D. Kalra. Electronic health record standars. *IMIA Yearbook of Medical Informatics*, 2006.
- [33] Juan Manuel García Orduñez Lorena Alemán Antelo. Módulo emergencias del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba, 2009*.
- [34] Thomas Heute Michael Juntao Yuan, Jacob Orshalick. *Seam Framework*. Segunda edición edition, 2008.

- [35] Sun Microsystems. *Java Code Conventions*. July 1997.
- [36] The Legion of Bouncy Castle. <http://www.bouncycastle.org/>.
- [37] Committee of Data Standards for Patient Safety. Institute of Medicine of National Academies. Key capabilities of an electronic health record system. *The National Academies press*, 2003.
- [38] Organización Mundial de la Salud Organización Panamericana de la Salud. *El establecimiento de sistemas de información en servicios de atención de salud*. Julio de 1999.
- [39] De Gracia Pancho. Informática biomédica. <http://www.redegalega.org>, marzo 1999.
- [40] Arnaiz Anay y Echevarra Eduardo PrezÑoel. Informatización de la sociedad en el mundo, América y en la región. <http://www.monografias.com/trabajos39/informatizacion-sociedad/informatizacion-sociedad2.shtml>.
- [41] Mara Garca Robledo. Tendencias tecnológicas en informática sanitaria. noviembre 2006.
- [42] Alberto Ortega Palacios Rodney Ledo Ramírez. Módulo admisión del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba*, 2009.
- [43] ALBET S.A. lh-sw-dr-065 admisión: Modelo de casos de uso del sistema. 2008.
- [44] ALBET S.A. lh-sw-dr-091 documento de arquitectura del sistema. 2008.
- [45] The Visigoth Software Society. *FreeMarker Manual*. 2003.
- [46] Richard Stallman. *Software libre para una sociedad libre*. Traficantes de Sueños, traficantes de sueños edition, diciembre 2004.
- [47] Jeroen van Bergen. Velocity or freemarker? *JavaWorld*, 2007.
- [48] Kenia Reyes Mosqueda William Armando Pérez Romero. Módulo estadísticas del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba*, 2009.
- [49] Gavin King y otros. *A Framework for Enterprise Java*. 2007.
- [50] Francisco Rodríguez Torres Yasser Manuel Garbey Bermudes. Módulo laboratorio del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba*, 2009.
- [51] Adnier Guerrero Barea Yenisley Carrandi Hernández. Módulo almacén del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba*, 2009.
- [52] Alejandro Tarafa Guzmán Yosmel Martínez Díaz. Módulo citas del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba*, 2009.

- [53] Keiju Ishitsuka Yasuyuki Tominaga Kazuhiko Ohe Yuki Sumita, Mami Takata. Building a reference functional model for ehr systems. *International Journal of medical informatics*, 2006.
- [54] Omar García Bonelly Yunaisy Chacón García. Módulo epidemiología del sistema de información hospitalaria alas-his. *Universidad de las Ciencias Informáticas. Cuba*, 2009.

Anexos

Anexo A

Valores que pueden ser asociados al atributo *extension* del elemento **templateld**.

OID(extension)	Documento
AD-A	Hoja de admisión
AD-H.F	Hoja frontal
AD-O.A	Orden de admisión
AP-I.FA	Informe final de autopsia
AP-I.FB	Informe final de biopsia
AP-I.FC	Informe final de citología
AP-I.FIHQ	Informe final de IHQ
AP-I.FME	Informe final de ME
AP-S.A	Solicitud de autopsia
AP-S.B	Solicitud de biopsia
BQ-H.AEC	Hoja de anestesia estándar y cardiovascular
BQ-N.O	Nota operatoria
BS-F.D	Ficha de donación
BS-R.T	Registro de transfusión
BS-T.T	Tratamiento terapéutico
CE-C	Constancia
CE-H.GC	Hoja general de consulta
CE-H.RT	Hoja de radioterapia
CE-H.TG	Hoja para triaje general
CE-R	Referencia
CI-C	Cita para consulta
<i>continúa en la próxima página</i>	

<i>continuación de la página anterior</i>	
OID(extension)	Documento
CI-C.EIG	Cita para estudio radio-imagenológico
CO-C	Contrareferencia
CO-I.M	Informe médico
CO-O.M	Orden médica
CO-R	Récipe
EF-B.L	Control de balance de líquidos
EF-H.SV	Hoja de signos vitales
EM-H.E	Hoja de emergencias
EP-F.A	Ficha de investigación de alimentos
EP-F.C	Ficha de investigación de cólera
EP-F.DN	Ficha de investigación de dengue
EP-F.DF	Ficha de investigación de difteria
EP-F.ERA	Ficha de investigación de enfermedades de respiratorias agudas
EP-F.HVA	Ficha de investigación de hepatitis viral aguda
EP-F.IC	Ficha de investigación de investigación de caso
EP-F.INH	Ficha de investigación del Instituto Nacional de Higiene
EP-F.L	Ficha de investigación de investigación de leptospirosis
EP-F.MHFPPF	Ficha de muestra de heces de parálisis flácida
EP-F.P	Ficha de investigación de parotiditis
EP-F.PL	Ficha de investigación de plaguicidas
EP-F.POLIO	Ficha de investigación de poliomielitis
EP-F.R	Ficha de investigación de rabia
EP-F.VI	Ficha de vacunación e inmunización
EP-F.VIH	Ficha de investigación de V.I.H.
EP-F.SR	Ficha de investigación de sarampión y rubéola
EP-F.SFIH	Ficha de investigación de síndrome febril íctero-hemorrágico
EP-F.SIREVA	Ficha de investigación S.I.R.E.V.A.
EP-F.T	Ficha de investigación de tuberculosis
HO-C.D	Certificado de defunción
HO-E.M	Evolución médica
HO-H.CCR	Hoja de cirugía colo-rectal
HO-H.D	Hoja dermatológica
HO-H.G	Hoja de gastroenterología
<i>continúa en la próxima página</i>	

<i>continuación de la página anterior</i>	
OID(extension)	Documento
HO-H.GIN	Hoja ginecológica
HO-H.H	Hoja de hospitalización
HO-H.HO	Hoja hemato-oncológica
HO-H.HOP	Hoja hemato-oncológica pediátrica
HO-H.I	Hoja de interconsulta
HO-H.N	Hoja neurológica
HO-H.OBS	Hoja obstétrica
HO-H.P	Hoja pediátrica
HO-H.OFT	Hoja oftalmológica
HO-H.ORL	Hoja O.R.L.
HO-H.R	Hoja de reumatología
HO-H.RMN	Hoja de radioterapia y medicina nuclear
HO-H.TO	Hoja de traumatología y ortopedia
HO-H.UG	Hoja uro-genital
HO-I.A	Informe de alta
HO-O.D	Orden de dieta
HO-O.T	Orden de transferencia
HO-S.C	Solicitud de citología
HO-S.CG	Solicitud de citología ginecológica
HO-S.E	Solicitud de egreso
HO-S.ET	Solicitud de examen de tipiaje
HO-S.I	Solicitud de interconsultas
HO-S.IQ	Solicitud de intervención quirúrgica
HO-S.T	Solicitud de transfusión
HO-S.TF	Solicitud de transferencia
LB-R.E	Resultados de exámenes de laboratorio
LB-S.E	Solicitud de exámenes de laboratorio

Cuadro 3.6: Valores que pueden ser asociados al atributo *extension* del elemento **templateId**.

Anexo B

```
<?xml version="1.0" encoding="ASCII"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="CDA.xsl"?>
<ClinicalDocument xmlns="urn:hl7-org:v3" classCode="DOCCLIN" moodCode="EVN">

  <typeId extension="POCD_HD000040" root="2.16.840.1.113883.1.3"/>

  <id extension="c266" root="2.16.840.1.113883.1.3"/>

  <templateId root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.3" extension="LB-S.E" />

  <code code="28570-0" codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
        codeSystemName="LOINC"/>

  <title>Solicitud de an#xe1;lisis de laboratorio</title>

  <effectiveTime value="20090922223114"/>

  <confidentialityCode code="R" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.25"/>

  <recordTarget>
    <patientRole>
      <id extension="12345" root="2.16.840.1.113883.3.299.1.0.3"/>
      <addr>
        <country>VENEZUELA</country>
        <state>CARABOBO</state>
        <city>MUNICIPIO</city>
        <censusTract>PARROQUIA</censusTract>
        <streetNameType>AVENIDA, calle</streetNameType>
        <streetNameBase>Nombre de la calle</streetNameBase>
        <houseNumber>180 o Descripcion del edificio</houseNumber>
        <buildingNumberSuffix>
          NUMERO DE APARTAMENTO, si era un edificio
        </buildingNumberSuffix>
      </addr>
      <telecom value="3333333333"/>
      <telecom value="9999999999"/>
    </patientRole>
  </recordTarget>
</ClinicalDocument>
```

```
<patient>
  <name>
    <given>Alberto</given>
    <family>Garcia</family>
    <family>Brito</family>
  </name>
  <administrativeGenderCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5.1"/>
  <birthTime value="20000405"/>
  <maritalStatusCode code="M" codeSystem="2.16.840.1.113883.5"/>
  <raceCode code="B" codeSystem="2.16.840.1.113883.5"/>
  <ethnicGroupCode code="ETNIA" codeSystem="2.16.840.1.113883.5"/>
  <birthplace>
    <place>
      <addr>
        <country>VENEZUELA</country>
        <state>CARABOBO</state>
        <city>MUNICIPIO</city>
        <censusTract>PARROQUIA</censusTract>
        <streetNameType>AVENIDA, calle</streetNameType>
        <streetNameBase>Nombre de la calle</streetNameBase>
        <houseNumber>180 o Descripcion del edificio</houseNumber>
        <buildingNumberSuffix>
          NUMERO DE APARTAMENTO, si era un edificio
        </buildingNumberSuffix>
      </addr>
    </place>
  </birthplace>
</patient>
</patientRole>
</recordTarget>
<author>
  <time value="20090922223114"/>
  <assignedAuthor>
    <id extension="6.247.27" root="2.98623.272.286"/>
    <assignedPerson>
      <name>
        <prefix>Dr.</prefix>
        <given>Gilberto</given>
```

```
                <family>Mena</family>
                <family>Rodriguez</family>
            </name>
        </assignedPerson>
        <representedOrganization>
            <id root="2.98.25.387.68"/>
            <name>Hospital Hermanos Ameijeiras</name>
        </representedOrganization>
    </assignedAuthor>
</author>
<custodian>
    <assignedCustodian>
        <representedCustodianOrganization>
            <id extension="94.6.27.27" root="2.98.25.387.68"/>
            <name>Hospital Hermanos Ameijeiras</name>
        </representedCustodianOrganization>
    </assignedCustodian>
</custodian>
<legalAuthenticator>
    <time value="2009822223122"/>
    <signatureCode code="S"/>
    <assignedEntity>
        <id extension="9.876.543.21" root="1.23.4567.89"/>
        <assignedPerson>
            <name>
                <given>Humberto</given>
                <family>Enrique</family>
                <family>Gomez</family>
                <prefix>Dr.</prefix>
            </name>
        </assignedPerson>
    </assignedEntity>
</legalAuthenticator>
<participant typeCode="PRCP">
    <associatedEntity classCode="CON">
        <id extension="5.26.23" root="2.98623.272.286"/>
        <addr><direction>Sala 234</direction></addr>
    </associatedPerson>
```

```
<name>
  <prefix>Dr.</prefix>
  <given>Bernardo</given>
  <family>Espinosa</family>
  <family>Vazquez</family></name>
</associatedPerson>
</associatedEntity>
</participant>
<relatedDocument typeCode="APND">
  <parentDocument classCode="DOCCLIN" moodCode="EVN">
    <id extension="c266" root="2.16.840.1.113883.19.4"/>
    <text>Documento relacionado 1</text>
  </parentDocument>
</relatedDocument>
<relatedDocument typeCode="APND">
  <parentDocument classCode="DOCCLIN" moodCode="EVN">
    <id extension="c267" root="2.16.840.1.113883.19.4"/>
    <text>Documento relacionado 2</text>
  </parentDocument>
</relatedDocument>

<component>

  <structuredBody>

    <component>
      <section>
        <code code="11348-0"
          codeSystemName="LOINC"
          codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
          displayName="Antecedentes personales"/>

        <title>Antecedentes personales</title>

        <text>
          Paciente varon de 19 anos, que llega de un
          pa\{i}s vecino en busca de trabajo.
          Hace 2 meses comienza con
```

```
<content ID="ap1">astenia</content>, un progresivo
adelgazamiento y debilidad general.
  Hace un mes presento
<content ID="ap2">fiebre</content> vespertina
de 38'C que tolera bien y tos en forma de
accesos durante 3 o 4 semanas.
<content ID="ap3">Fumador</content> de 30 cigarrillos
al dia, desde hace 2 anos.
Hace una semana presento expectoracion
hemoptoica en varias ocasiones.
Se ha encontrado mareado en los ultimos dias.
</text>

<entry>
  <observation classCode="OBS"
    m\ '{o}dCode="EVN">

    <code code="11348-0"
      codeSystemName="LOINC"
      codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
      displayName="Antecedentes personales"/>

    <statusCode code="completed"/>
    <effectiveTime value="20090620"/>
    <value xsi:type="CD"
      code="R53"
      codeSystem="2.16.840.1.113883.6.4"
      codeSystemName="ICD10"
      displayName="astenia">
      <originalText>
        <reference value="#ap1"/>
      </originalText>
    </value>
  </observation>
</entry>

<entry>
  <observation classCode="OBS"
```

```
        modCode="EVN">

    <code code="11348-0"
        codeSystemName="LOINC"
        codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
        displayName="Antecedentes personales"/>

    <statusCode code="completed"/>
    <effectiveTime value="20090620"/>
    <value xsi:type="CD"
        code="R50.9"
        codeSystem="2.16.840.1.113883.6.4"
        codeSystemName="ICD10"
        displayName="fiebre">
        <originalText>
            <reference value="#ap2"/>
        </originalText>
    </value>
    </observation>
</entry>

<entry>
    <observation classCode="OBS"
        modCode="EVN">

        <code code="11348-0"
            codeSystemName="LOINC"
            codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
            displayName="Antecedentes personales"/>

        <statusCode code="completed"/>
        <effectiveTime value="20090620"/>
        <value xsi:type="CD"
            code="F17.1"
            codeSystem="2.16.840.1.113883.6.4"
            codeSystemName="ICD10"
            displayName="Fumador">
            <originalText>
```



```
        <reference value="#ap3"/>
      </originalText>
    </value>
  </observation>
</entry>

</section>

</component>

<component>
  <section>
    <code code="30954-2"
      codeSystemName="LOINC"
      codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
      displayName="Análisis de laboratorio"/>
    <title>Análisis de laboratorio </title>
    <text>
      <table>
        <tbody>
          <tr>
            <td colspan="2">
              HEMOGRAMA:
            </td>
          </tr>
          <tr>
            <td>Hematies</td>
            <td>4,41 x 106/ml</td>
          </tr>
          <tr>
            <td>Hemoglobina</td>
            <td>13 g/dl</td>
          </tr>
          <tr>
            <td>Hematocrito</td>
            <td>39,2 %</td>
          </tr>
        </tbody>
      </table>
    </text>
  </section>
</component>
```

	<td>VSG</td>
	<td>35/68 mm</td>
</tr>	
<tr>	
	<td>Glucemia basal</td>
	<td>86 mg %</td>
</tr>	
<tr>	
	<td>GOT</td>
	<td>13 U/I</td>
</tr>	
<tr>	
	<td>GPT</td>
	<td>16 U/I</td>
</tr>	
<tr>	
	<td>GammaGT</td>
	<td>18 U/I</td>
</tr>	
<tr>	
	<td>FAL</td>
	<td>137 U/I</td>
</tr>	
<tr>	
	<td>Bilirrubina total</td>
	<td>0,38 mg/dl</td>
</tr>	
<tr>	
	<td>Tuberculina</td>
	<td>15 mm a las 48 horas</td>
</tr>	
<tr>	
	<td>Baciloscopias en esputo</td>
	<td>(3) positivas</td>
</tr>	
</tbody>	
</table>	

Se enviaron muestras para cultivo en medio de Lowenstein que resultaron positivas, creciendo e identificandose
<content ID="l1">Mycobacterium tuberculosis</content>.

</text>

<entry>

<observation classCode="OBS"
m\'}dCode="EVN">

<code code="30954-2"
codeSystemName="LOINC"
codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
displayName="Analisis de laboratorio"/>

<statusCode code="completed"/>
<effectiveTime value="20090620"/>
<value xsi:type="CD"
code="14562-3"
codeSystem="2.16.840.1.113883.3.7.1.16"
codeSystemName="LOINC"
displayName="Mycobacterium tuberculosis">

<originalText>
<reference value="#l1"/>
</originalText>

</value>

</observation>

</entry>

</section>

</component>

<component>

<section>
<code code="22029-3"

```
        codeSystemName="LOINC"
        codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
        displayName="Exploracion fisica"/>
<title>Exploracion fisica</title>
<text>
    Peso: 55,5 kg;
    talla: 1,71 m;
    TA: 110/60 mm Hg. Delgado; aspecto desnutrido.
    Moderada palidez de piel y mucosas.
    Cuello sin bocio ni adenopatias.
    Tonos cardiacos puros y ritmicos.
    Algun estertor crepitante en el vertice
    derecho, en la auscultacion pulmonar.
    Abdomen excavado, no doloroso, sin
    visceromegalias ni masas palpables.
    Extremidades: reflejos normales, tono y
    sensibilidad conservados, pulsos
    perifericos presentes.
</text>
</section>

</component>

<component>
  <section>
    <code code="30954-2"
      codeSystemName="LOINC"
      codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
      displayName="Radiologia"/>
    <title>Radiologia</title>
    <text>
      Radiografia de torax: Observamos en
      el hemitorax derecho, lobulo superior,
      un infiltrado intersticial nodulillar
      fino difuso, llamando la atencion
      la existencia de una gran cavitacion de
```

```
        pared irregular, relativamente gruesa, con
        reaccion pleural acompanante.
        En el campo pulmonar medio izquierdo
        tambien se observa, al igual que en
        el derecho, una imagen infiltrada
        intersticial nodulillar
        (ver imagen radiologica).
    </text>
</section>

</component>

<component>
    <section>
        <code code="11535-2"
            codeSystemName="LOINC"
            codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
            displayName="Diagnostico"/>
        <title> Diagnostico </title>
        <text>
            <content ID="d1">Tuberculosis pulmonar confirmada
            por cultivo con cavitacion</content> .
            El diagnostico diferencial de la imagen
            cavitada pulmonar se ha realizado a traves
            de los exámenes bacteriologicos y
            su correlacion clinico radiologica.
        </text>

        <entry>
            <observation classCode="OBS"
                modCode="EVN">

                <code code="11535-2"
                    codeSystemName="LOINC"
                    codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
```

```
        displayName="Diagnostico"/>
    <statusCode code="completed"/>
    <effectiveTime value="20090620"/>
    <value xsi:type="CD"
        code="011.2"
        codeSystem="2.16.840.1.113883.6.2"
        codeSystemName="ICD9"
        displayName="Tuberculosis pulmonar
        confirmada por cultivo con cavitacion">
        <originalText>
            <reference value="#d1"/>
        </originalText>
    </value>
    </observation>
</entry>

</section>
</component>

</structuredBody>

</component>

</ClinicalDocument>
```