

HIGEIA, la interoperabilidad sanitaria

R. Manjavacas¹, J.P. de Ruz¹, A. Rodriguez¹

¹ Área de Tecnologías de la Información, Servicio de Salud de Castilla – La Mancha
{rmanjavacas,jruzo, arodriguez}@sescam.jccm.es

Resumen. Los entornos sanitarios se caracterizan actualmente por presentar una gran cantidad de sistemas de información heterogéneos, monolíticos y aislados. La creciente necesidad de integración de estos sistemas ha provocado la implantación de tecnología EAI (Enterprise Application Integration). Desde el Área de Tecnologías de la Información del Servicio de Salud de Castilla – La Mancha se ha impulsado la adopción de este tipo de tecnologías dentro de su línea estratégica de Software Libre, adoptando como punto de partida tras previo estudio de mercado la solución BIE-GPL, puesto que éste satisfacía perfectamente las necesidades iniciales. Esta solución ha sido evolucionada, mejorada y adaptada a este entorno sanitario para poder ser implantado en los sistemas críticos de producción actuales. Como resultado ha nacido una nueva rama del proyecto bautizada con el nombre de HIGEIA. Su empleo en el proyecto de integración de Atención Primaria con los laboratorios de las Unidades Hospitalarias ha sido pieza clave tecnológica.

Palabras clave: Sescam, Software Libre, Higeia, EAI, integración de sistemas.

1. Introducción

El Servicio de Salud de Castilla – La Mancha (SESCAM) nace el 1 Enero del año 2002 como fruto de la transferencia de las competencias en materia de sanidad a la comunidad autónoma de Castilla – La Mancha. Desde su consolidación el Sescam comenzó a diseñar un proyecto dirigido a propiciar un cambio importante en la sociedad. Durante su primer año se creó la infraestructura tecnológica y el modelo de informática del Sescam, un modelo corporativo basado en la creación de un Área de Tecnologías de la Información (Área de TIC), así como de un modelo informático para la Historia Clínica Electrónica (HCE). Este área ha seguido manteniendo una línea estratégica fundamentada en la implantación de soluciones de código abierto desde su creación. Dentro de esta línea de trabajo, diversos proyectos han sido materializados hasta la actualidad contribuyendo cada uno de ellos en la consecución de una historia clínica electrónica unificada e integrada.

El proyecto Esculapio se configuró como el primer proyecto clave en la aplicación de tecnología de código abierto dentro de este entorno sanitario. Iniciado en el año 2003, este proyecto tenía por objetivo la informatización de los centros de salud de Castilla – La Mancha acercando la administración sanitaria al ciudadano a nivel de

atención primaria, es decir, propicia que los sistemas de información sanitarios sean accesibles por los profesionales desde cualquier lugar de la región, “que viaje la información, no el ciudadano”. La infraestructura software desplegada sobre la que descansa el sistema de información de Atención Primaria se fundamenta entre otros en Linux (Red Hat 8.0) como sistema operativo para servidores, Samba como servidor de archivos, Amanda para la gestión de copias de seguridad, Squid como proxy-caché, Webmin para administración remota y OpenOffice como paquete ofimático en las estaciones cliente. Actualmente este proyecto ha llegado a más de 233 centros sanitarios de Atención Primaria entre centros de salud y consultorios.

Posteriormente, el proyecto de migración del sistema de información hospitalaria HP-HIS de su plataforma nativa HP-UX a otra bajo el entorno Linux (Red Hat Enterprise 3.0 AS) ha sido otro de los hitos en la aplicación de tecnología de código abierto en este caso a nivel de Atención Especializada. Por una lado, esta migración supone solamente cambios en la arquitectura de los servidores del hospital y por otro lado, proporciona principalmente una notable mejora de rendimiento del aplicativo ya que el ofrecido por éste en su configuración inicial no era el adecuado. Un ejemplo del aumento del rendimiento está en los tiempos de proceso de cara al usuario y paciente que está en ventanilla del hospital, la consulta de cita más costosa que tardaba entorno a unos 15 minutos se ha reducido prácticamente a 2 segundos. Actualmente esta migración se ha llevado a cabo en casi toda la totalidad de complejos hospitalarios.

En la actualidad, en el camino de mejora continua de la calidad asistencial sanitaria y consecución de una historia clínica electrónica unificada e integrada se ha hecho patente la necesidad de integración de los diferentes sistemas de información que componen el entorno sanitario, debido por un lado a que actualmente éstos se estructuran como sistemas heterogéneos, monolíticos y aislados y por otro lado, a que cada vez es mayor el número de tareas cotidianas que requieren la interconexión de dichos sistemas de información tanto a nivel de datos como de proceso. Como fruto de esta necesidad surgió el proyecto HIGEIA, el cual, ha supuesto un salto cualitativo en la aplicación de tecnología libre, puesto que es el primer proyecto de este entorno sanitario que conlleva una contribución manifiesta a la comunidad. En los siguientes puntos de la presente comunicación se desarrollan en primer lugar, los aspectos más relevantes del proyecto HIGEIA tales como situación de partida y solución adoptada, y a continuación se describe el primer marco real de aplicación donde este proyecto entró a formar parte junto con su papel desempeñado.

2. HIGEIA

Los entornos sanitarios, al igual que otros tipos de entornos corporativos, presentan un amplio abanico de sistemas de información heterogéneos en sus diferentes niveles para llevar a cabo sus tareas cotidianas. Normalmente, estos sistemas no han sido desarrollados de manera coordinada bajo un marco global convirtiéndose en sistemas

autónomos y aislados, los cuales, no comparten ni datos ni procesos [1]. Este tipo de configuración conlleva que la información clínica electrónica de un paciente esté dispersa, duplicada e incluso no relacionada, lo cual, supone un gran obstáculo para conseguir que la historia clínica electrónica de un paciente se encuentre unificada e integrada. En la actualidad, dichos sistemas de información tienden a aumentar su nivel de cohesión puesto que, cada vez es mayor el número de tareas cotidianas que requieren su interconexión tanto a nivel de datos como de proceso. Dentro de este marco donde las necesidades de integración entre sistemas de información son patentes es donde las “tecnologías de integración” juegan su papel principal [2] . Este tipo de tecnologías se aglutinan básicamente sobre el término de EAI (Enterprise Application Integration) [3]. Los EAI's son sistemas “middleware” que aglutinan las funcionalidades necesarias en un marco de integración de sistemas de información, siendo éstas: *transporte de datos* adoptando los diferentes estándares tanto a nivel de protocolo de comunicación (p. ej.: http, ftp, webservices, sockets, ...) como a nivel de encapsulado de los datos (p. ej.: HL7), *transformación de datos* con el objetivo de adecuarse a las interfaces de los diferentes sistemas y *encaminamiento de datos* ofreciendo mecanismos que permitan definir la lógica necesaria para su tratamiento. La aplicación de la tecnología EAI se convierte en una pieza clave para flexibilizar la integración de los sistemas de información existentes en sus diferentes niveles en organizaciones tales como las sanitarias [4], respetando principalmente su configuración, lo cual, se traduce en un ahorro global de los costes de integración y mantenimiento. La implantación de los EAI en entornos sanitarios se podría llevar a cabo en los siguientes niveles:

- Nivel global del entorno: donde se integran los sistemas de las unidades hospitalarias y de Atención Primaria entre sí (figura 1).
- Nivel de Unidad Hospitalaria: donde los sistemas HIS (Hospital Information System) y aplicativos departamentales de Atención Especializada son interconectados (figura 2).



Fig. 1: Nivel global del entorno sanitario

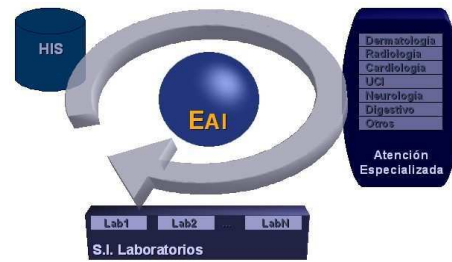


Fig. 2: Nivel unidad hospitalaria

2.1 Estudio de alternativas EAI

Basándose en estudios de mercado realizados por entidades especializadas en el sector de las Tecnologías de la Información (TIC)[5], se han valorado varias propuestas de EAI's existentes para estimar su adecuación al entorno sanitario del SESCAM. Entre estos podemos citar los siguientes: Orion Rhapsody [6], BIE-GPL [7], Fiorano Business Integration Suite [8] y Cast Iron Application Router 1000 [9]. La evaluación y análisis de impacto de la implantación de cada una de estas alternativas se realizó atendiendo a una serie de requisitos propuestos desde el Área de Tecnologías de la Información del SESCAM. Entre dichos requisitos destacan:

- Múltiples protocolos de comunicación (p. ej.: HTTP, FTP, Sockets TCP, WebServices, SMTP)
- Capacidad de encaminamiento de datos
- Multiplataforma
- Basado en el modelo de desarrollo y mantenimiento de software de código abierto (Open Source)
- Soporte de estándares propuestos por IHE e HIPAA (p. ej.: HL7)
- Soporte de múltiples formatos de mensajes (p. ej.: EDI, XML, TAB, CSV, HL7)
- Conectividad con bases de datos corporativas (p. ej.: OracleDB, Informix, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, MySQL)

El requisito de valorar soluciones basadas en el modelo de “código abierto” se encuadra dentro de la línea impulsada desde el Área de Tecnologías de la Información por la implantación de este tipo soluciones. En este caso, la posibilidad legal de modificar y adaptar el software a las características de la organización es quizás la ventaja más destacable de entre todas las ventajas que presenta este modelo, puesto que, debido a las características del entorno sanitario de Castilla La-Mancha se precisa de un EAI extensible, con alta capacidad de adaptación para facilitar la integración de los numerosos sistemas de información existentes y que pueda ser implantado dentro de los sistemas de producción actuales. Este último aspecto es muy importante, ya que estos sistemas además de estar certificados por las entidades que dan soporte, cumplen la normativa vigente de la LOPD (Ley Orgánica de Protección de Datos de carácter personal) y disponen de los mecanismos necesarios para ofrecer servicios de alta disponibilidad, características fundamentales en un entorno tan crítico como el sanitario.

Como resultado del estudio se concluyó que el EAI BIE-GPL se presentaba como el EAI que mejor cumplía con las necesidades planteadas por el SESCAM. Además de los requisitos anteriormente comentados, el EAI BIE-GPL ofrece otras características que resultan de especial interés. Éstas son:

- Una herramienta de desarrollo de diagramas de flujo de procesamiento basada en el estándar BPML (Business Process Management Language).

- Monitorización de procesos a nivel de actividad
- Motor de procesamiento de flujos BPM basado en una arquitectura extensible basada en el concepto de “plug-ins”
- Administración y edición de diagramas de flujos BPM basada en Web
- Herramienta gráfica que permite diseñar transformaciones de modelos de datos en XML de forma fácil e intuitiva.
- Basado en un sistema de mensajería JMS (Java Messaging Service) que aporta una infraestructura fiable y robusta de gestión de mensajes.

A continuación se expone la evolución que desde el SESCOAM se ha llevado a cabo sobre el EAI BIE-GPL para adaptarlo a su entorno de producción así como a otros requerimientos funcionales necesarios.

2.2 Higeia, resultado de una evolución

La elección del EAI BIE-GPL tras el previo estudio de mercado realizado supuso el punto de partida en la apuesta de poseer un EAI propio y adaptado al entorno del SESCOAM. El EAI BIE-GPL es un software de integración multiplataforma desarrollado bajo el estándar J2EE. La versión disponible disponible en la red, además de ofrecer las características deseables para cualquier tipo de EAI, presenta otras características adicionales las cuales lo convierten en una solución inicial muy atractiva tal y como se mostró en el punto anterior. A pesar de ello, fue necesario llevar a cabo un proceso de evolución, mejora y adaptación al entorno sanitario del SESCOAM. Esta adaptación ha sido realizada en el Centro en Investigación Sanitaria en “Open Source” (CISOS) perteneciente a la Unidad de I+D+i del Área de Tecnologías de la Información. Este grupo de trabajo fundado en el año 2005 tiene por objetivo incentivar el uso e implantación de tecnologías y proyectos basados en Software Libre en el ámbito sanitario del Servicio de Salud de Castilla – La Mancha. Como fruto de este trabajo ha nacido una nueva rama del proyecto bautizada con el nombre de “HIGEIA”.

El proceso de evolución y adaptación seguido ha sido enfocado principalmente en las dos líneas de actuación siguientes: a nivel arquitectural y a nivel funcional. A nivel arquitectural, la última versión 6.0.5 de BIE-GPL disponible en la red se caracteriza porque se presenta como un producto, el cual, lleva integrados una serie de componentes que proporcionan los servicios que precisa el propio motor de integración. Estos componentes embebidos son: un servidor de aplicaciones J2EE (JBoss 3.2.3), un sistema gestor de bases de datos relacional (HSQLDB 1.7.1) y un sistema gestor de bases de datos XML (eXist 0.9.2). Este modo de brindar el producto presenta sus ventajas y sus inconvenientes. En este sentido, su ventaja principal es la facilidad que ofrece para su distribución, instalación y configuración bajo cualquier plataforma pero por el contrario, esto supone ligarse a unas tecnologías en concreto para cada uno de los servicios comentados anteriormente. Este último hecho puede provocar la aparición de una serie de conflictos previos a su implantación dentro de una organización, puesto que ésta puede presentar otras

tecnologías alternativas ya implantadas para cubrir los servicios requeridos por BIE y evitar la tendencia a incurrir en un maremágnum de tecnologías para servicios similares. En concreto, la situación del SESCAM se ajustaba a ésta última y se decidió por adaptar BIE-GPL para eliminar este tipo de ligaduras tecnológicas. En esta línea, se ha avanzado hacia un software de integración que pueda ser fácilmente configurable sobre cualquier sistema gestor de base de datos y desplegable bajo cualquier servidor de aplicaciones J2EE (figura 3). Para ello, se han realizado diferentes esfuerzos de desarrollo que han implicado cambios en la capa de acceso a datos, en el servicio de colas de mensajes empleado (incluyendo el empleo de JORAM como servicio de mensajería de código abierto para Java), en la forma de acceder a los servicios externos al propio motor, etcétera. Estos esfuerzos han proporcionado de manera implícita la posibilidad de incorporación de este EAI, bajo la configuración de alta disponibilidad existente en los servicios de informática de este entorno sanitario.

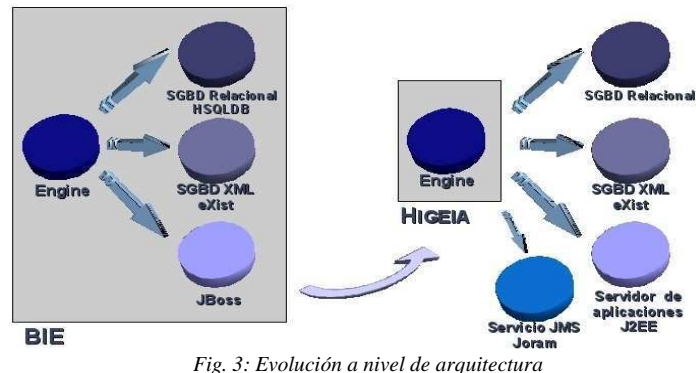


Fig. 3: Evolución a nivel de arquitectura

A nivel funcional, los esfuerzos realizados se han enfocado principalmente en aumentar el número de funcionalidades disponibles tanto del propio motor de integración como del propio editor de flujos BPM. En este último caso, se han incorporado las siguientes funcionalidades entre otras: capacidad de validación de documentos en formato XML frente a esquemas XSD, comunicación con otros sistemas mediante tecnología “socket”, gestión de codificación de caracteres, mayor soporte del estándar de intercambio, gestión e integración de información electrónica sanitaria HL7 [10], etcétera.

En líneas generales, a parte de las mejoras y adaptaciones comentadas anteriormente se han detectado y solucionado diferentes “errores” y se ha logrado mejorar el rendimiento de la propia plataforma de integración, traduciéndose directamente en una reducción considerablemente de los tiempos de ejecución de cada flujo de procesamiento BPM (ejemplo de flujo BPM figura 4).

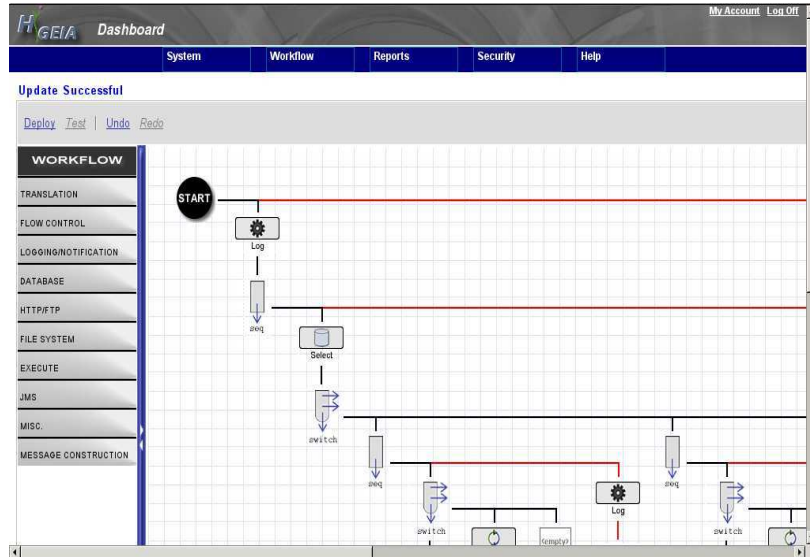


Fig. 4: Diseño de un flujo de negocio

3. HIGEIA, clave en la integración de Atención Primaria-Laboratorios

Entre los diferentes sistemas de información existentes dentro del Sescam se encuentra el sistema de información de Atención Primaria conocido como “Turriano”. Este sistema tiene por objetivo la gestión a nivel regional de la Historia Clínica Electrónica (HCE) de un paciente a nivel de atención primaria. Una de las demandas de mejora existentes era la conexión automática con los sistemas de laboratorios de las unidades hospitalarias con el objetivo de mejorar el circuito de petición y recepción de solicitudes de análisis clínicos. Este hecho se convirtió en el germen del proyecto de integración entre los sistemas de información de Atención y Laboratorios, el cual, supone un salto cualitativo en la gestión de la HCE.

Este proyecto de ámbito regional conllevó afrontar una serie de dificultades iniciales entre las que se encontraban: identificación única del paciente en todas las entidades, número y diversidad de laboratorios, definición de un catálogo centralizado de pruebas, mapeo de dicho catálogo centralizado con los catálogos existentes en los diferentes laboratorios, ... Pero con la consecución del mismo se han conseguido entre otros los siguientes beneficios a nivel de atención primaria: agilización del circuito de petición y recepción de solicitudes de análisis clínicos, incorporación automática de los resultados a la HCE del paciente, consolidación de un catálogo centralizado y único de pruebas de análisis clínicos, eliminación de posibles errores de las peticiones en el modo tradicional incluido su extravío e instaurar el CIP (Código de Identificación de Paciente) como único identificador válido de los pacientes.

La elección de HIGEIA como EAI dentro de este proyecto de integración entre los sistemas de información de Atención Primaria y Laboratorios se ha convertido en el eje central del proyecto y en pieza clave y fundamental a nivel tecnológico para el éxito del mismo. Entre las aportaciones más relevantes que ha supuesto la aplicación de este EAI se encuentran las siguientes: flexibilizar la comunicación entre extremos, validación de mensajería, enrutamiento de mensajería, aseguramiento de la entrega y recepción de mensajería, histórico de mensajería y por último garantiza la mantenibilidad y escabilidad de la solución con la posibilidad de incorporar fácilmente por ejemplo nuevos sistemas de información de laboratorio o modificaciones sin que ello implique la modificación de la lógica de negocio en el resto de extremos.

3.1. Modelo de integración

El modelo de integración planteado para este proyecto de integración se fundamenta en una arquitectura centralizada en la cual, HIGEIA se muestra como eje central de la misma (figura 5). Desde un punto de vista funcional tanto Turriano como los sistemas de información de los laboratorios se responsabilizan únicamente de implementar la interfaz de comunicación con el EAI y del envío y recepción de solicitudes o de resultados junto con su gestión asociada según corresponda. Desde un punto de vista técnico, la implantación y mantenimiento de HIGEIA se ha llevado a cabo en una única instancia ubicada en los Servicios Centrales del Sescam a la que deben conectarse por un lado los diferentes sistemas de información de los laboratorios ubicados en las unidades hospitalarias y por otro lado, Turriano, el cual, debido a su carácter regional entre otras muchas razones se encuentra de igual modo desplegado en los Servicios Centrales.



Fig. 5: Modelo de integración

Uno de los objetivos perseguidos en este modelo de integración ha sido la aplicación de estándares por las ventajas que este hecho supone. Como ejemplo más destacable, cabe resaltar la adopción del estándar HL7[10] en su versión 2.5, como estándar para el intercambio, gestión e integración de información electrónica sanitaria, con objeto de ajustarse a las especificaciones definidas por IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) [11] para laboratorios.

3.2 Experiencias piloto

El hecho de que este proyecto de integración sea por un lado un proyecto de alcance regional que engloba a las diferentes gerencias de Atención Primaria y Especializada y por otro, un proyecto en el que los sistemas de información de los diferentes Laboratorios pueden diferir entre gerencias de Atención Especializada o incluso dentro de la misma gerencia dependiendo de su especialidad, ha conducido a la definición de una serie de directrices para abordar la implantación.

Estas directrices se fundamentan básicamente en la definición de un pilotaje atendiendo a cada uno de los sistemas de información de Laboratorio y a la gerencia de Atención Primaria y de Especializada involucradas en cada uno de ellos. Cada piloto diferenciado es supervisado y coordinado por la gerencia de especializada y de primaria afectada. En primera instancia, en cada piloto se selecciona un centro de salud de referencia con un volumen reducido de extracciones a la semana con objeto de poner en marcha el piloto. Cuando el funcionamiento del mismo es correcto tras varias semanas de pruebas este se amplía con un centro de salud con un volumen mayor de extracciones. Cuando un piloto funciona sin incidencias con un cierto volumen de extracciones se procederá a su puesta en producción. Durante todo este tiempo de pilotaje se mantiene un paralelismo entre el proceso tradicional en papel y el electrónico con el fin de que el personal tanto facultativo como técnico de laboratorio certifiquen el funcionamiento correcto. Actualmente se encuentran definidas tres experiencias piloto asociadas cada una de ellas a la gerencias de Guadalajara, Alcázar de San Juan y Puertollano.

4. Conclusiones

El servicio de Salud de Castilla – La Mancha desde su Área de Tecnologías de la Información mantiene desde su creación en el año 2002 una línea estratégica fundamentada en la implantación de soluciones bajo tecnología libre, ejemplo de ello resultan ser proyectos tales como “Esculapio” o la migración del HP-HIS de HP-UX a Linux. En la actualidad, la creciente necesidad de integración de los diferentes sistemas de información que componen el entorno sanitario ha conducido a la realidad del proyecto HIGEIA, el cual, ha supuesto un salto cualitativo en la aplicación de tecnología de código abierto, puesto que es el primer proyecto de este entorno sanitario que conlleva una contribución manifiesta a la comunidad. HIGEIA, es un EAI libre fruto de un proceso de evolución (tanto a nivel arquitectural como funcional), mejora y adaptación del EAI BIE-GPL al entorno sanitario del SESCAM con el objetivo de poder ser implantado en los sistemas críticos de producción

actuales. La implantación exitosa del mismo dentro del proyecto de integración de Atención Primaria con los diferentes laboratorios de las Unidades Hospitalarias, lo ha consolidado y convertido en una pieza clave tecnológica.

5. Referencias

1. A. Laroia, *Healthcare's Digital Heartbeat*, EAI Journal. Agosto 2002
2. P. Toussaint, A. Bakker, L. Groenewegen. *Integration of Information Systems: Assessing its Quality*. Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol 64, pp. 9-35 (2001).
3. D. S. Linthicum, *Enterprise Application Integration*. Addison-Wesley (1999).
4. K. Khoubati, M. Themistocleous, Z. Irani, *Integration Technology Adoption in Healthcare Organisations: A Case for Enterprise Application Integration*. Proceedings of the 38th Hawaii International Conference on System Sciences (2005).
5. D. Macvittie, *Keeping Integration Simple*, RealWorld Labs (2004).
6. Orion rhapsody. Disponible en la url: <http://www.orionhealth.com/rhapsody/index.htm>
7. BIE - GPL(Business Integration Engine), disponible en la url: <http://sourceforge.net/projects/bie-gpl>
8. Fiorano, disponible en la url: <http://www.fiorano.com/products/fesb/fioranobis.htm>
9. Cast Iron Application Router, disponible en la url: <http://www.castironsys.com/products.shtml>
10. Health Level Seven (HL7), disponible en la url: <http://www.hl7spain.org>
11. Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), disponible en la url: <http://www.ihe-e.org/>