

Migración a plataforma web de una Historia Clínica Electrónica

Fernán Gonzalez Bernaldo de Quirós, Adrián Gomez, Daniel Luna, Marcela Martinez von Scheidt, Enrique Soriano, Gustavo Staccia, Laura Gambarte, Fernando Gassino, Gastón Lopez, Mariana Landoni

Departamento de Información Hospitalaria, Hospital Italiano de Buenos Aires, Argentina

Resumen – Desde que Internet mostró su potencialidad en cuanto a ser un estándar que posibilita un acceso distribuido a los sistemas de información en salud, generó la migración de sistemas de información clínicos en su versión cliente servidor a dicha plataforma. El presente trabajo presenta descripción sobre la arquitectura y metodología utilizada en la migración de una historia clínica electrónica en un entorno de alta disponibilidad sobre una plataforma web.

Palabras-clave: Historia Clínica Electrónica, Sistemas basados en web, Internet

Abstract – Ever since the Internet shown its potential as a standard that enables a distributed access to health information systems, migration of clinical information systems has taken place in a client server version towards such platform. This paper presents a description of the architecture and methodology used in the migration of an electronic medical record in a high availability environment within a web based platform.

Key-words: Computerized Medical Records Systems, Web based services, Internet

Introducción

La emergencia de internet en los últimos años posibilitó un acceso distribuido a los sistemas de información en salud [1] y generó la migración de sistemas de información clínicos a dicha plataforma [2-5]. Existen muchas características de las versiones cliente-servidor que son difíciles de duplicar en un entorno web y muchas de estas limitaciones han sido ya descritas en trabajos previos [2, 3, 6]. Sin embargo es indudable la ventaja de disponer de una plataforma independiente de distribución de información como son los sistemas basados en servicios web [7].

El Hospital Italiano de Buenos Aires es un hospital universitario de alta complejidad que cuenta con 550 camas de internación y más de 200 consultorios ambulatorios en 20 centros de atención distribuidos en la Capital Federal y el Gran Buenos Aires. Desde el año 1998 la institución está llevando a cabo una reingeniería de sus sistemas para posibilitar la integración de múltiples fuentes de información existentes (administrativo, laboratorio, diagnóstico por imágenes, etc.) junto a un proceso de informatización del registro médico con la creación de una historia clínica electrónica. El desarrollo de dicho producto de software tenía como objetivo brindar soporte en la faz asistencial, docente, científica y de gestión, de allí surgió el proyecto denominado ITALICA [8, 9].

Al inicio del proyecto de integración nos encontramos con múltiples redes existentes en la institución, múltiples plataformas de desarrollo para diferentes sistemas aislados así como diferentes bases de datos que contenían la información atomizada de los pacientes atendidos a lo largo del tiempo. La primera decisión tomada fue la de respetar los desarrollos preexistentes e integrarlos en un nuevo entorno colaborativo mediante la utilización de estándares. Está claro que para lograr dicho objetivo es necesario trabajar fuertemente en los aspectos relativos a la interoperabilidad tanto operativa (o técnica) como semántica [10]. Con respecto a la interoperabilidad operativa, luego de la integración física de las redes existentes, se decidió el uso de mensajería electrónica por medio del estándar Health Level Seven (HL7) [11] montada sobre un servidor MQSeries como manejador de mensajes. El uso de HL7 nos condujo a la creación de tablas maestras (master files) de mantenimiento centralizado para posibilitar la interoperabilidad semántica entre sistemas y modelos heterogéneos. Una de las primeras implementadas fue la *tabla maestra de pacientes* que permitió la identificación unívoca de los pacientes mediante la creación de un servicio de identificación de personas que siguió las recomendaciones del “*Person Identification Service*” de CORBAMed [12]. Simultáneamente se planteó el desafío de desarrollar piezas de software que

fueran capaces de correr en aplicaciones win32 y tuvieran acceso a los servicios de tablas maestras, sobre un entorno AS400 donde esta montado el sistema administrativo de la institución, la elección fue desarrollar componentes COM+ que dieran soporte sobre clientes windows. De esta manera el modelo quedo conformado en tres capas (Figura 1).

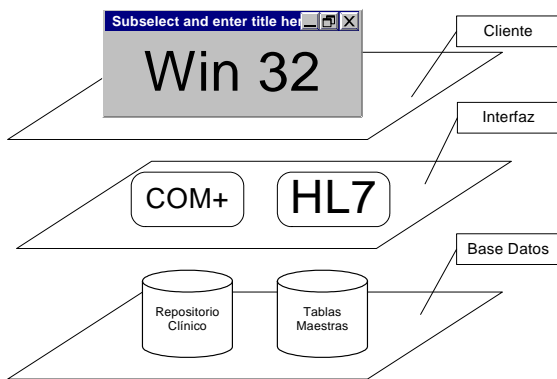


Figura 1: modelo en tres capas inicial

Lo antedicho permitió que sistemas existentes, como por ejemplo el de diagnóstico por imágenes [13] o el laboratorio central [14] entre otros, compartieran su información clínica. Sobre este escenario se desarrolló la versión cliente servidor de la historia clínica electrónica, la cual cubrió tanto el nivel de atención ambulatorio [8] como el de internación [9]. La misma fue desarrollada con Power Builder sobre base de datos Sybase corriendo en servidores Sun.

El sistema de registro médico electrónico ambulatorio contempla módulos de indicaciones de exámenes complementarios [15], prescripción electrónica de fármacos [16] con un sistema notificador de interacciones farmacológicas [17], visualización de resultados enviados desde los servicios auxiliares por mensajería HL7 [18], lista de problemas autocodificada [19] y notas de evolución para cada consulta. Su contraparte de internación posee además la visualización de censo hospitalario [20].

Ante el escenario previamente descrito se sumó la necesidad de integrar una red de consultorios particulares de médicos de la institución para la denuncia de prestaciones [21]. Con la finalidad de otorgar a los mismos el acceso al sistema de información clínico y concomitantemente con la decisión de implementar un cluster de alta disponibilidad se definió la migración de toda la capa clínica de los sistemas a plataforma web.

En el desarrollo del presente trabajo se describirán las características metodológicas y

prácticas de la migración a una plataforma web de los sistemas de información clínica de nuestra institución.

También se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos en el momento de la migración:

- La versión cliente servidor requería cada vez de mayor recursos humanos tanto para la instalación de puestos nuevos como para el soporte de los ya existentes.
- La complejidad del software hacía necesaria cada vez más potencia de procesamiento y memoria en la máquina cliente.
- Envejecimiento del parque informático, alrededor de 1700 máquinas distribuidas.
- Debido a la penetración de internet en el quehacer cotidiano de los profesionales de la salud las interfaces de usuario basadas en un entorno web tienen una rápida aceptación y requiere un soporte y entrenamiento menor [4, 22].
- Posibilidad de integrar fácilmente fuentes de información en línea con datos contextuales del registro médico [23].

Arquitectura

Los sistemas médicos, son sistemas sumamente complejos de construir como así también de mantener.

La tecnología utilizada para la construcción de sus componentes de software debe contemplar necesidades específicas que permitan que el software pueda crecer en forma permanente e incremental.

La metodología utilizada en el proceso de migración de nuestro sistema de información esta basada en UML con la elección de Java como lenguaje de programación.

La utilización de Java en un entorno de servidores de aplicación ejecuta el código del lado del server, siendo esta una extensión de la plataforma J2EE, que traslada su funcionalidad a la web obteniendo los siguientes beneficios:

- El entorno es portable, eficiente y flexible, porque las aplicaciones escritas en Java corren en cualquier entorno, comparado con otro tipo de tecnologías es mucho mas eficiente porque puede procesar múltiples peticiones HTTP al mismo tiempo, organizadas en subprocesos (Multithreading), la programación esta basada en clases que permite la reutilización del código.
- La interfaz gráfica esta basada en Web, donde solo se utiliza un browser como interacción con

los usuarios. Las aplicaciones web nos facilitan la utilización del servicio fuera de la red de datos de la institución utilizando internet como medio de comunicación y disminuyendo los costos de implementación de las aplicaciones. Además su forma de acceso es múltiple, dado que como la comunicación se produce con un Web Server, la modalidad de conexión puede ser telefónica, inalámbrica, red externa (internet), o red interna (intranet).

- Otro de los motivos de la elección de este formato es que los Web Browser son independientes en si mismos, son pequeños componentes de software con la capacidad de funcionar en PCs, Palm, Teléfonos celulares u otro tipo de terminales, abriendo el campo de utilización de dispositivos tecnológicos.

Alta Disponibilidad

El desarrollo del modelo tecnológico esta basado en la implementación de la arquitectura J2EE bajo un entorno de alta disponibilidad de múltiples capas. Para crear un sistema de alta disponibilidad utilizamos una arquitectura basada en Clustering la cual involucra a un grupo de servidores que representan nodos independientes pero trabajan juntos como si fueran un solo sistema. El método de Cluster agrupa instancia replicadas que tienen acceso a los mismos servicios, estos servicios requieren una infraestructura que permita dar soporte concurrente a múltiples usuarios respondiendo a las peticiones en unos pocos segundos. Los sistemas basados en cluster están basados en múltiples servidores por lo que permite escalar en forma horizontal, es decir que cuando el sistema necesita mas recursos simplemente se agregan nuevos nodos (servidores)

al esquema provocando un aumento de procesamiento simétrico en el sistema.

Seguridad y Confidencialidad

La seguridad y confidencialidad de los datos de los pacientes, es otro de los puntos críticos en el proceso de migración a un formato web, existen tecnologías de distintas características que actuan en distintas capas tecnológicas.

La implementación de un Firewall nos permitió colocar los servidores en una zona segura, donde solo tienen acceso los equipos certificados y utilizan un canal de comunicacion seguro y encriptado con tecnologia SSL. Además estamos en avocados al proceso de implementacion de certificados digitales para provocar un acceso restringido por intermedio de una sesión segura entre el browser y el servidor HTTP validada por una autenticación de usuario utilizando el método de claves publicas y privadas. Este proceso que se encuentra en etapa de desarrollo complementa además la utilización de algoritmos RSA que permitan firmar digitalmente los documentos médicos

Resultados

La migración a formato web de nuestras aplicaciones surge del análisis de las tecnologías actuales de desarrollo [24], la elección fue simple, nuestro proyecto esta basado en estándares, por lo que necesitabamos un lenguaje que sea un estándar o que a corto plazo lo sea, la elección como ya fue comentado JAVA, donde como ventajas tenemos el desarrollo orientado a objetos, integracion con tecnologia UML y ademas es multiplataforma [25].

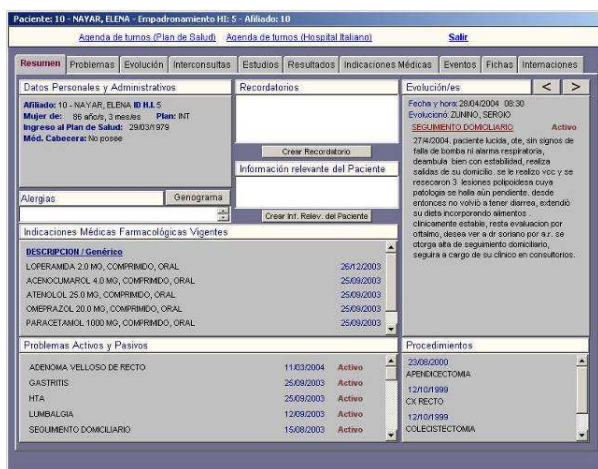
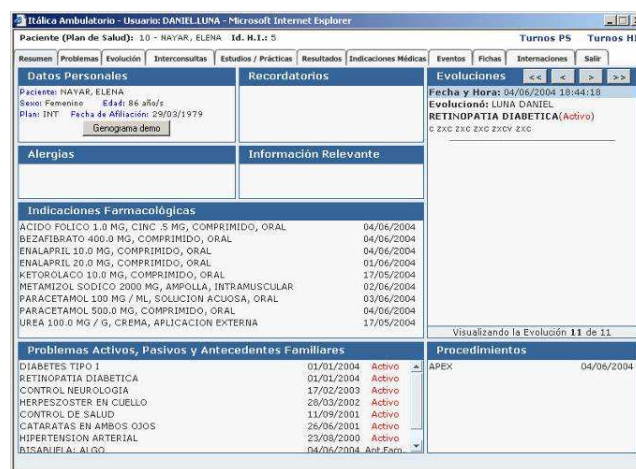


Figura 2: interfaz cliente servidor



interfaz basada en web

El proceso de reingeniería contempló algunas condiciones, pero el proceso dió comienzo con la reescritura de los diagramas UML, haciendo incapié en los diagramas de clases ya que centralizamos la lógica del negocio y facilitamos la programación posterior dado que los programadores tienen las clases definidas con sus correspondientes métodos y atributos, y solo tienen que codificar lo necesario.

A medida que los diagramas UML se aprueban pasan al área de desarrollo, mientras que un grupo encargado del diseño gráfico de la aplicación desarrolla las páginas en paralelo al desarrollo de la lógica.

Una de las condiciones fundamentales fue que la interfaz gráfica de la historia clínica cliente servidor debía tener una apariencia y funcionalidad lo más parecida a la versión cliente servidor, para que el usuario final sintiera el menor cambio posible, se realizaron rutinas en JavaScript que simulaban la anterior funcionalidad (Figura 2).

La infraestructura tecnológica para la implementación de la aplicación Java consta de un balanceador de carga Oracle Web Cache que es el encargado de redireccionar peticiones http al servidor de aplicaciones que tenga mejores recursos disponibles. La capa de Servidor de aplicaciones se implementaron 2 servidores Linux Intel multiprocesados con tecnología Oracle IAS 10g.

La capa de base de datos se implementaron dos servidores SUN multiprocesados con Cluster físico Sun Cluster 3.0 y Oracle RAC 9i como base de datos (Figura 3).

Discusión y Conclusiones

El desarrollo de la aplicación migrada en su totalidad a un formato Java Web, nos tomó el tiempo de 14 meses. Como resultado de este proceso podemos destacar que la utilización del lenguaje UML como metodología de diseño aceleró los tiempos de desarrollo, mejoró la documentación del sistema, nos permitió reutilizar clases evitando el desarrollo de módulos duplicados y sobre todas las cosas permitió que los desarrolladores puedan entender el sistema que se debía desarrollar.

Con respecto al entorno Java, los servidores de aplicaciones son modelos de infraestructura que necesitan un fino tuning de las aplicaciones, Java Virtual Machines, Creación de Objetos y Profiling, son tareas tediosas pero los resultados obtenidos son gratificantes, las aplicaciones funcionan con un performance superior a su antigua versión cliente servidor en un entorno de alta disponibilidad, escalabilidad y tolerante a cambios.

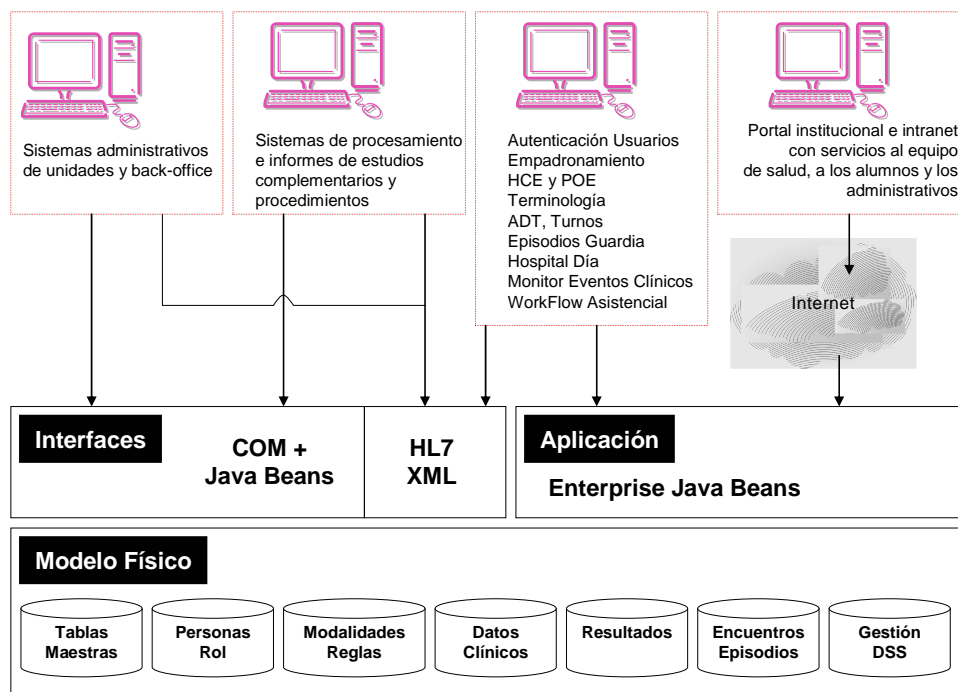


Figura 3: Modelo en tres capas final

Referencias

1. McDonald CJ, Overhage JM, Dexter PR, Blevins L, Meeks-Johnson J, Suico JG, Tucker MC, Schadow G. Canopy computing: using the Web in clinical practice. *Jama* 1998;280(15):1325-9.
2. Cimino JJ, Socratous SA. Just tell me what you want!: the promise and perils of rapid prototyping with the World Wide Web. *Proc AMIA Annu Fall Symp* 1996:719-23.
3. Berkowicz DA, Chueh HC, Barnett GO. Design considerations in migrating an obstetrics clinical record to the Web. *Proc AMIA Annu Fall Symp* 1997:754-8.
4. Hripcsak G, Cimino JJ, Sengupta S. WebCIS: large scale deployment of a Web-based clinical information system. *Proc AMIA Symp* 1999:804-8.
5. Duncan RG, Saperia D, Dulbandzhyan R, Shabot MM, Polaschek JX, Jones DT. Integrated web-based viewing and secure remote access to a clinical data repository and diverse clinical systems. *Proc AMIA Symp* 2001:149-53.
6. Sittig DF, Kuperman GJ, Teich JM. WWW-based interfaces to clinical information systems: the state of the art. *Proc AMIA Annu Fall Symp* 1996:694-8.
7. Lenz R, Kuhn KA. Intranet meets hospital information systems: the solution to the integration problem? *Methods Inf Med* 2001;40(2):99-105.
8. Luna D, Otero P, Gomez A, Martinez M, García Martí S, Schpilberg M, Lopez Osornio A, Bernaldo de Quiros FG. *Implementación de una Historia Clínica Electrónica Ambulatoria: "Proyecto ITALICA"*. In: Ceitlin M-R, M., editor. 6to Simposio de Informática en Salud - 32 JAIIO; 2003; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
9. Gonzalez Bernaldo de Quiros F, Soriano E, Luna D, Gomez A, Martinez M, Schpilberg M, Lopez Osornio A. *Desarrollo e implementación de una Historia Clínica Electrónica de Internación en un Hospital de alta complejidad*. In: Ceitlin M-R, M., editor. 6to Simposio de Informática en Salud - 32 JAIIO; 2003; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
10. Ingenerf J, Reiner J, Seik B. Standardized terminological services enabling semantic interoperability between distributed and heterogeneous systems. *Int J Med Inf* 2001;64(2-3):223-40.
11. Gomez A, Bernaldo de Quiros FG, Garfi L, Luna D, Sarandria G, Figar A, Martinez M, Campos F, D. K. *Implementación de un sistema de mensajería electrónica -HL7- para la integración de un sistema multiplataforma*. In: Luna D-O, P., editor. 4to Simposio de Informática en Salud - 30 JAIIO; 2001; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
12. Garfi L, Navajas P, Gomez A, Luna D, Bernaldo de Quiros FG. *Implementación de un sistema centralizado para la identificación de pacientes en un hospital de alta complejidad*. In: Leguiza J-D, A., editor. 5to Simposio de Informática en Salud - 31 JAIIO; 2002; Santa Fe, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
13. Calvo D, Boronat B, Sosa G. *Integración de sistemas RIS y HIS – Generación de un sistema de registro y reportes*. In: Luna D-O, P., editor. 4to Simposio de Informática en Salud - 30 JAIIO; 2001; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
14. De Cristofano M, Oyhamburu JM, Kaminker D, Ascione A. *Consulta de resultados de Laboratorio: del Mural a la Intranet*. In: Luna D-O, P., editor. 4to Simposio de Informática en Salud - 30 JAIIO; 2001; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
15. Otero P, Bernaldo de Quiros FG, Luna D, Garfi L, Gomez A, Martinez M, Staccia G. *Desarrollo e implementación de un sistema estructurado de solicitud de exámenes complementarios desde una Historia Clínica Electrónica Ambulatoria*. In: Luna D-O, P., editor. 4to Simposio de Informática en Salud - 30 JAIIO; 2001; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
16. Luna D, Garfi L, Bernaldo de Quiros FG, Gomez A, Martinez M. *Desarrollo e implementación de un Sistema de Prescripción Electrónica - SPE*. *InfoSUIS* 2001(11):4-7.
17. Schpilberg M, Bernaldo de Quiros FG, Luna D, Gomez A, Martinez M, Cifarelli G. *Creación de un sistema para la detección de interacciones farmacológicas en una Historia Clínica Electrónica*. In: Luna D-O, P., editor. 4to Simposio de Informática en Salud - 30 JAIIO; 2001; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
18. Gomez A, Campos F, Kaminker D, Martinez M, Luna D, De Cristofano M, Gonzalez Bernaldo de Quiros F. *Implementación de mensajería HL7 en un sistema de consulta de resultados de laboratorio*. In: Ceitlin M-R, M., editor. 6to Simposio de Informática en Salud - 32 JAIIO; 2003; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
19. Lopez Osornio A, Luna D, Bernaldo de Quiros FG. *Creación de un sistema para la codificación automática de una lista de problemas*. In: Leguiza J-D, A., editor. 5to Simposio de Informática en Salud - 31 JAIIO; 2002; Santa Fe, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).

20. Navajas P, Sobota G, Schpilberg M, Lopez Osornio A, Luna D, Gonzalez Bernaldo de Quiros F. *Desarrollo e implementación de un sistema de administración de "Censo en Línea" en un Hospital de alta complejidad*. In: Ceitlin M-R, M., editor. 6to Simposio de Informática en Salud - 32 JAIIO; 2003; Buenos Aires, Argentina: Sociedad Argentina de Informática e Investigación Operativa (SADIO).
21. Gomez A, Martinez M, Bravo M, Campos F, Navajas P, Yantorno E, Soriano E, Luna D, Bernaldo de Quiros FG. *Sistema de Denuncia de Prestaciones On-Line basado en Web Services*. In: 1er Congreso Latinoamericano de Internet en Medicina (Latinmednet); 2002; Buenos Aires, Argentina
22. Cimino JJ, Socratous SA, Clayton PD. Internet as clinical information system: application development using the World Wide Web. *J Am Med Inform Assoc* 1995;2(5):273-84.
23. Cimino JJ, Li J, Graham M, Currie LM, Allen M, Bakken S, Patel VL. Use of online resources while using a clinical information system. *Proc AMIA Symp* 2003:175-9.
24. Nussbaum GM, Ault SP. Requirements for Web-enabling clinical applications. *J Healthc Inf Manag* 2000;14(1):27-41.
25. Parmanto B, Zeng X, Pothen D. Java servlets for Web-based healthcare computing. *J Healthc Inf Manag* 2000;14(1):17-26.

Contacto

Lic. Adrián Gomez: adrian.gomez@hospitalitaliano.org.ar
Área de Desarrollos Biomédicos. Departamento de Información Hospitalaria. Hospital italiano de Buenos Aires Gascón 450. Ciudad autónoma de Buenos Aires CP C1181ACH. Tel 054114959200 int 9778