

Sistema integral de expediente clínico electrónico con dispositivos móviles

Luis López, María Márquez, Ana Romo y Sandra Rodríguez

L. López, M. Márquez, A. Romo y S. Rodríguez

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), 21 Sur 1103, Santiago, 72410 Puebla

Universidad Tecnológica de Jalisco, Luis José Jiménez, 1o. de Mayo, Guadalajara, Jalisco

llopez@utj.edu.mx

M. Ramos, V. Aguilera, (eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

Based on the NOM-168-SSA1-1998 issued by the “Secretaría de Salud” (DGRSS, 1998) we developed an electronic system to control the patient Medical Record with the aim of combining records, notes and certificates relating to the intervention health personnel in accordance with health regulations in valid in Mexico. System integration is done through the development and implementation of three applications: desktop, web and mobile devices that are connected to a robust and flexible database. Control of the electronic medical record has a focus on mobile application structured through tabs, which are cancer, epidemiological outbreak, diabetes, appointment, campaign staff and record, which includes mechanisms to maintain the security of the connection database with the central server. It is very important to maintain disease control and streamline patient care, so that the proposed Comprehensive System is relevant and its objective is the analysis, design, development and implementation of electronic clinical documentation operable in various virtual environments with multiple devices. Its construction is based on four main tools: a database robust and flexible, and three applications developed for different environments with various devices and desktop called, "Web" and "mobile devices". The design of the three applications is consistent in terms of its content which contributes to operability. Gone are the most representative and important components in the health sector, such as cancer, outbreak, Diabetes, Appointments, Campaigns, Personal and Filed. We used various development platforms, the first relates to the environment in which multiple devices operate and the second with the use of free distribution software which ensures the functionality of the Integral System and to achieve greater social coverage.

The method used was the technological development for the "development projects" in the area of engineering and technology in the software engineering discipline. It consists of four stages for three applications that make up the comprehensive system of electronic medical record control the desktop, website and mobile devices. As part of the application development for mobile devices that includes mainly tablets and smartphones, a structure defined tabs to allow access to the monitoring of patients with cancer and / or diabetes, Epidemiological Outbreak Notifications, Medical Appointments and Campaigns Health, Personal and Medical Records Control patients.

20 Introducción

Un Expediente Clínico se encuentra definido por la Dirección General de Regulación de los Servicios de Salud (DGRSS, 1998) en la Norma Oficial Mexicana NOM-168-SSA1-1998. Sin embargo, tanto las empresas públicas como privadas realizan grandes esfuerzos para innovar sus procesos y productos y lograr un crecimiento en el ingreso que les permita mantener o mejorar sus márgenes de ganancias (Amit & Zott, 2012), aunque la innovación es cara, consume tiempo, requiere de un considerable esfuerzo de investigación, del desarrollo de recursos especializados, de nuevas plantas y equipo y unidades de negocios enteras, Hopkins (2010) sostiene que existe una brecha de rendimiento entre las empresas que adoptan tecnología y las que se resisten.

Acorde con esta perspectiva de innovación, mediante el uso de tecnología, México ha obligado al sector salud a integrar los expedientes de forma electrónica. La NORMA Oficial Mexicana NOM-024-SSA3-2012 establece los objetivos y funcionalidades para lograr su operatividad, el problema principal radica en que su implementación en el sector concluirá en el año 2020. Aunque existen expedientes clínicos electrónicos, sólo operan en entornos Web y la consulta se realiza con equipos de cómputo fijos y acceso a Internet. La importancia del monitoreo de pacientes en tiempo real se debe a los diversos estudios nacionales (Escamilla, López, Escobedo, Bustamante, 1992) (García de Alba, Ríos, Castañeda, 1999) e internacionales (Phillips, López, Papaqui, 1994) donde se establece que los mayores problemas del sistema de salud mexicano son la diabetes y el cáncer ya que representan las principales causas de muerte en adultos (DGIS, 2009) y las que consumen "el mayor porcentaje de gastos en instituciones públicas" (UNISEF, 2010). Dada la importancia social y económica de mantener el control de enfermedades y agilizar la atención de pacientes el Sistema Integral propuesto es pertinente y su objetivo el análisis, diseño, desarrollo e implementación del expediente clínico electrónico operable en diversos entornos virtuales y con múltiples dispositivos.

En este documento se presenta el Sistema integral de expediente clínico electrónico enfocado en el control con dispositivos móviles. Su construcción está basada en cuatro herramientas principales: una base de datos robusta y flexible, y tres aplicaciones desarrolladas para distintos entornos y con diversos dispositivos denominadas "de escritorio" "Web" y para "dispositivos móviles", como se muestra en la imagen 20.

Figura 20 Esquema del Sistema Integral para el control de expediente electrónico



A partir del diseño del diagrama Entidad-Relación se desarrolla la base de datos (BD) central con el gestor SQL Server ®, el *script* generado contiene las instrucciones para construir la BD, las tablas y los registros. Su flexibilidad se encuentra en el tipo de conexión establecida, lo que hace posible migrar los datos a otro gestor como MySQL® con un conector de BD abierto (ODBC: *Open Database Connectivity*). La BD se encuentra instalada en un servidor central, al concluir las pruebas podrá migrarse a un *Host* cuyo dominio ya fue registrado como www.aplicacionesvirtuales.com.mx, a ella se conectan las tres aplicaciones del sistema.

El diseño de las tres aplicaciones es consistente en cuanto a su contenido lo que contribuye a su operatividad. Comprende los componentes más representativos y prioritarios en el sector salud: Cáncer, Brotes, Diabetes, Citas, Campañas, Personal y Expediente.

La aplicación de escritorio se desarrolla con el lenguaje de programación Java y se emplea NetBeans como Entorno de Desarrollo Integrado (IDE: Integrated Development Environment) . Para la aplicación Web se emplea el lenguaje de marcado hipertextual (HTML: HyperText Markup Language), un lenguaje de script incrustado dentro del HTML (PHP: Hypertext Preprocessor) y hojas de estilo en cascada (CSS: Cascading Style Sheets). La aplicación para dispositivos móviles utiliza Java como lenguaje de programación con el IDE "ADT Bundle", en la generación de interfaces se requiere un lenguaje de marcas extensible (XML: eXtensible Markup Language), PHP para la conexión a la base de datos y Wampserver para el servicio Web mediante conexión IP.

El uso de las distintas plataformas de desarrollo de debe a dos razones: la primera se relaciona con el entorno en que funcionan los múltiples dispositivos y la segunda con el uso de software de distribución libre y gratuita lo que garantiza la operatividad del Sistema Integral y poder lograr una mayor cobertura social.

20.1 Método

El método empleado fue el de Desarrollo tecnológico para el "Desarrollo de proyectos" del área de ingeniería y tecnología en la disciplina de Ingeniería de software. Está compuesto por cuatro etapas para las tres aplicaciones que constituyen el Sistema integral del control de expediente clínico electrónico, la de escritorio, el sitio Web y la de dispositivos móviles:

- a) Análisis y diseño del sistema integral
- b) Desarrollo e implementación de aplicaciones
- c) Integración del sistema
- d) Pruebas y correcciones

En la etapa de análisis y diseño del sistema integral se genera un “Documento de requerimientos estandarizado” denominado CONOPS en el que se encuentran los diagramas de identificación de actores, casos de uso, identificación de entidades, diagrama de clases, diagrama de secuencia, colaboración y estado, así como el diagrama entidad-relación para la base de datos del servidor central y el diseño de imágenes e iconos de las aplicaciones.

Para el levantamiento de requerimientos se utilizó la técnica del cuestionario personalizado con un muestreo por conveniencia, el cuestionario se realiza mediante entrevista personalizada, consta de 25 preguntas 15 abiertas 10 cerradas, con ellas es posible determinar los requerimientos funcionales, no funcionales y de sistema, se aplica a médicos que atienden a pacientes de hospitales, secretarias y recepcionistas. En esta etapa se emplea el software: Rational Rose para los diagramas con el Lenguaje Unificado de Modelado (UML: Unified Modeling Language) y *Visio* para el diagrama entidad relación de la base de datos.

Para la etapa de Desarrollo e implementación de aplicaciones se requiere:

- a) la generación de la estructura de la base de datos en SQL Server (*script*) a la que se conectan las tres aplicaciones.
- b) la aplicación de escritorio se desarrolla con el lenguaje de programación Java y se emplea NetBeans como IDE.
- c) para la aplicación Web se emplea el lenguaje de marcado hipertextual (HTML) PHP: y hojas de estilo en cascada (CSS).
- d) la aplicación para dispositivos móviles utiliza Java como lenguaje de programación con el IDE "ADT Bundle", en la generación de interfaces se emplea (XML), PHP para la conexión a la base de datos y Wampserver para el servicio Web mediante conexión IP.

El ADT (Android Developer Tools) es un complemento o plugin para Eclipse® que proporciona un conjunto de herramientas integradas al IDE y ofrece acceso a otras características. El SDK de Android proporciona las bibliotecas API (Application Programming Interface) y las herramientas de desarrollo necesarias para crear, probar y depurar aplicaciones para Android.

El paquete integrado incluye los componentes esenciales de Android SDK y una versión del IDE de Eclipse con una función de ADT (Android Developer Tools) para agilizar el desarrollo de las aplicaciones:

1. Eclipse + ADT Plugin
2. Android SDK Tools
3. Android Platform-Tools
4. La última plataforma Android
5. La imagen más reciente del sistema Android para el emulador

Durante la etapa de Integración del sistema se establecen las conexiones de las aplicaciones con la base de datos y se desarrollan los mecanismos para garantizar la seguridad sobre los accesos a los datos.

En la etapa de Pruebas y correcciones se asiste a los centros de salud con el objetivo de que colaboren en las pruebas los distintos usuarios de Sistema integral: médicos, secretarías, recepcionistas, pacientes de hospitales. Se corrigen los posibles errores y se mantiene en uso la aplicación durante el periodo de un mes para garantizar y prevenir problemas futuros en el acceso a registro o corrupción en los datos.

20.2 Resultados

Como parte del desarrollo de la aplicación para dispositivos móviles que contempla principalmente tabletas y teléfonos inteligentes, se definió una estructura en pestañas o *tabs* que permite acceder al seguimiento de pacientes con Cáncer y/o Diabetes, Notificaciones de Brotes Epidemiológicos, Citas Médicas y Campañas de salud, Control del Personal y Expedientes Médicos de los pacientes.

La aplicación móvil cuenta con un control de acceso bajo un esquema de seguridad basado en cuentas y contraseñas almacenadas en la base de datos, lo cual asegura que el acceso al sistema será restringido al personal de la institución de salud (Administrador (as), médicos, enfermeras(os), asistentes) o pacientes y de acuerdo al perfil del usuario tendrá acceso a módulos específicos de la aplicación. El acceso remoto se realiza a través de una conexión de internet.

En los módulos de “Monitoreo a Cáncer Cervico-Uterino” y “Monitoreo de Diabetes Mellitus”, permitirá al paciente realizar registros, con la frecuencia requerida, de la sintomatología presentada como parte del monitoreo previo a la cita médica, con la finalidad de que el médico pueda observar dicho monitoreo y le permita contar con elementos que impacten directamente en el tratamiento. Las pantallas de la aplicación móvil se muestran en las figuras 20.1 y 20.2 respectivamente.

Figura 20.1 Pantalla de aplicación móvil para seguimiento del cáncer

The screenshot shows a mobile application interface for cancer monitoring. At the top, there is a header with a blue folder icon and the text "Expediente Clínico Elect...". Below the header, there are three tabs: "CANCER", "BROTOS", and "DIABETES", with "CANCER" selected. The main title is "Monitoreo Cancer Cervico - Uterino". Below the title, there are several input fields: "NSS" (with a cursor), "Actividad", "Síntomas", and "Observaciones". There are also two date and time selection fields: "Fecha" with a red button "Seleccionar Fecha" and "Hora" with a red button "Seleccionar Hora". At the bottom, there is a "Nota de Evaluación" field and three teal buttons: "Insertar", "Actualizar", and "Eliminar".

Figura 20.2 Pantalla de aplicación móvil para seguimiento del diabetes

The screenshot shows a mobile application interface for diabetes monitoring. At the top, there is a header with a blue folder icon and the text "Expediente Clínico Elect...". Below the header, there are three tabs: "BROTOS", "DIABETES", and "CITAS", with "DIABETES" selected. The main title is "Monitoreo Diabetes Mellitus". Below the title, there are several input fields: "NSS" (with a cursor), "Glicemias" with a checkbox labeled "Normal", "Síntomas", and "Observaciones". There are also two date and time selection fields: "Fecha" with a red button "Seleccionar Fecha" and "Hora" with a red button "Seleccionar Hora". At the bottom, there is a "Nota de Evaluación" field and three teal buttons: "Insertar", "Actualizar", and "Eliminar".

Como parte de la pestaña de “Brotos Epidemiológicos” y “Campañas de salud”, se permite registrar las alertas para este tipo de eventos con la finalidad de dar a conocer a la población las recomendaciones realizadas por la entidad de salud, esto como parte del apoyo a las campañas mediáticas que se realicen.

Al ingresar el paciente al sistema, este dará una alerta de los eventos registrados.

El control puede observarse en la figura 20.3.

Figura 20.3 Pantalla de la aplicación móvil para seguimiento de Brotos



The screenshot shows a mobile application interface. At the top, there is a header bar with a blue icon of a mobile phone and the text 'Expediente Clínico Elect...'. Below the header, there are three tabs: 'CANCER', 'BROTOS', and 'DIABETES'. The 'BROTOS' tab is currently selected and highlighted in blue. The main content area is titled 'Brotos Epidemiológicos'. Below the title, there is a form with the following fields: 'Alerta' (a text input field), 'Recomendaciones' (a text input field), and 'Estado de Alerta : Valor1' (a dropdown menu). At the bottom of the form, there are three buttons: 'Insertar', 'Actualizar', and 'Eliminar'.

Los pacientes pueden registrar sus citas médicas a través de dispositivos móviles como son teléfonos inteligentes o tabletas y reciben alertas por parte del sistema que les permita recordarla.

La fecha y hora se establecen mediante calendarios automáticos, el contenido se puede observar en la figura 20.4.

Figura 20.4 Pantalla de la aplicación móvil para seguimiento y control de citas medicas

En el módulo del personal se permite llevar a cabo el registro de las personas autorizadas para operar todo el sistema, los usuarios pueden ser tanto administradores (as) como médicos o doctoras.

El registro y consulta del expediente clínico de los pacientes se podrá realizar a través del módulo correspondiente el cual contempla el registro de datos generales del paciente, antecedentes médicos y familiares; así como el seguimiento y control.

20.3 Discusión

Debido a la variedad dispositivos móviles existentes que cuentan con diversas funcionalidades, desde aquellos que tienen el servicio convencional telefónico hasta los que ofrecen aplicaciones y acceso a servicios de Internet. El tener distintos dispositivos, unos más limitados que otros, puede restringir la funcionalidad del Sistema Integral del expediente clínico electrónico y limitar su uso a un sector de la población.

Aun con esa limitante, la mayoría dispositivos móviles actuales cuentan con las características técnicas necesarias para permitir la instalación y ejecución de la aplicación del *Expediente Clínico electrónico*. El diseño e implantación del Sistema Integral desarrollado permite su ejecución sobre una aplicación móvil, sobre una plataforma Web con acceso desde cualquier dispositivo conectado a internet y una aplicación de escritorio que se ejecuta desde cualquier PC para conseguir con ello el acceso a la consulta y actualización de la información

La ventaja del Expediente Clínico Electrónico a través de un entorno virtual permite que el monitoreo de pacientes se realice desde cualquier sitio, siempre y cuando se cuente con un dispositivo móvil con acceso a Internet, esto resulta importante y útil para centros de salud móviles que desplazan a comunidades que no cuentan con equipos o servicios médicos de salud especializados.

En las instalaciones de los hospitales públicos o privados también tiene acceso a la información ya que el sistema tiene un mejor control sobre los datos de pacientes pues se encuentra disponible al instante con un solo acceso.

Esta situación es contraria al hecho de tener el expediente en físico donde los procesos de búsqueda y consulta dependen de la eficiencia de los procedimientos área de archivo.

Otra de las ventajas es la disminución del consumo de papel que resulta evidente en los hospitales públicos debido a la gran cantidad de expedientes en físico que ocupan mucho espacio. El uso de este sistema permitirá reducir al mínimo o hasta eliminar el uso de papel impactando con ello positivamente en el medio ambiente.

20.4 Conclusiones

La tecnología ayuda en los procesos de cualquier empresa, reduce tiempos mientras permite incrementar el desempeño y la reducción de gastos.

El uso de un sistema de Expediente Clínico Electrónico dentro de una institución ayuda a salvaguardar la información y contar con ella en el instante en que se requiere ayudando a los médicos en sus actividades de consulta diaria.

Este proyecto involucra varias tecnologías para su desarrollo, lo que lo posiciona como un sistema multiplataforma, con un software eficiente y brinda una opción para dejar atrás el uso del papel como medio de control de expedientes clínicos.

También apoya en que el control de las consultas, actualización y monitoreo de pacientes se pueda llevar a cabo desde diversos sitios con un dispositivo con conexión a Internet.

El desarrollo de este sistema integral siguió una metodología formal debido a que se documentaron cada una de las fases establecidas en la ingeniería de software, lo que permitió construir una aplicación de escritorio, una móvil y otra Web.

Cada una de ellas con un fácil manejo, pero con una estructura robusta para el almacenamiento de información.

20.5 Referencias

Amit & Zott. 2012. Creating Value Through Business Model Innovation, MIT Sloan Management Review, Primavera 2012, pp. 41-49.

DGIS. 2009. Dirección General de Información en Salud (DGIS). Base de datos de defunciones generales 1979-2007. [en línea]: Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS). [México]: Secretaría de Salud. <<http://www.sinais.salud.gob.mx>> [Consulta: 01 abril 2009].

DGRSS. 1998. Dirección General de Regulación de los Servicios de Salud. Norma oficial mexicana nom-168-ssa1-1998, del expediente clínico. Publicada en el Diario oficial de la Federación en diciembre de 2008. Recuperado de: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/168ssa18.html>

Escamilla JA, López M, Escobedo J, Bustamante-Montes LP. Prevalencia de hipertensión arterial y factores asociados, en una delegación política de la Ciudad de México. Arch Inst Cardiol Mex 1992; 62:267-275.

Phillips M, López M, Papaqui J. La diabetes en México: ¿Qué nos dice la Encuesta Nacional de Salud? Bol Oficina Sanit Panam 1994;117(4):307-314.

García de Alba J, Ríos-González J, Castañeda-Parra R. Algunos aspectos clínico-epidemiológicos de la diabetes mellitus. Salud Publica Mex 1999;31:669-673.

Hopkins, Michael S. 2010. The Four Ways IT is Revolutionizing Innovation, MIT Sloan Management Review, Spring 2010, pp. 51-61.

UNISEF. 2010. El doble reto de la malnutrición y la obesidad. Publicado por el Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia. Salud y nutrición. México.

