

Sistema de gestión de datos de atención médica en centro de salud de primer nivel de la secretaría de salud de México

Health Care Data Management System at World Health Centers in the Mexican Republic

Enoc Cruz Nájera¹ - Moisés Hernández Domínguez²

Resumen

La implementación de la arquitectura de software tiene el propósito de resolver problemas relacionados con la usabilidad de las aplicaciones, el diseño de la arquitectura de datos y, la producción del código para traducir las reglas del negocio a la lógica del lenguaje de programación. En este proyecto logramos organizar los tres componentes de la arquitectura en capas que posteriormente se integraron con el patrón arquitectónico denominado Modelo Vista Controlador (MVC), mediante el lenguaje PHP. Para resolver los desafíos del proyecto, se estimó apropiado el uso del Framework Laravel PHP para la implementación de las reglas del negocio y se extiende la funcionalidad de Voyager para el diseño de las interfaces del usuario, así como, la configuración de un servidor de datos MySQL para la gestión de los datos del sistema. El desarrollo de este proyecto se realizó considerando los requerimientos funcionales de acuerdo con los estándares de la Norma Oficial Mexicana para los Sistemas de Expedientes Clínicos Electrónicos de la Secretaría de Salud de México observados específicamente en la NOM-024-SSA3-2012 que es la normatividad más reciente para este tipo de aplicaciones.

Palabras clave: Arquitectura de Software, Capa de datos, Capa de negocios, Capa de presentación.

Abstract

The implementation of the software architecture has the purpose of solving problems related to the usability of the applications, the design of the data architecture and the production of the code to translate the business rules into the logic of the programming language. In this project we managed to organize the three components of the architecture in layers that were later integrated with the architectural pattern called the Controller View Model (MVC), using the PHP language. To solve the project's challenges, the use of the Laravel PHP Framework for the implementation of business rules was considered appropriate and Voyager's functionality is extended for the design of user interfaces, as well as the configuration of a data server. MySQL for the management of system data. The development of this project was carried out considering the functional requirements in accordance with the standards of the Official Mexican Standard for Electronic Clinical Record Systems of the Ministry of Health of Mexico specifically observed in NOM-024-SSA3-2012, which is the regulations latest for this type of applications.

Key Words: Software architecture, Data layer, Business layer, Presentation layer.

¹ Lic. En Administración de Sistemas Computacionales. Maestría en Administración de Empresas. Maestría en Ciencias Computacionales Acentuación Ingeniería de Software. Universidad de Morelos. Microsoft Certified ID: 12330497. Database Specialist. ecruznojera@um.edu.mx

² Universidad de Morelos, Morelos, Nuevo León. 1150061@alumno.um.edu.mx.

Introducción

El presente trabajo de investigación tiene como propósito fundamental implementar una aplicación web que pueda aligerar la carga administrativa de los Centros de Salud de Primer Nivel de la Secretaría de Salud en el estado de Nuevo León. La Secretaría de Salud en México se ha propuesto, a lo largo del tiempo, implementar software hospitalario con fines estadísticos, además, tecnologías que ayuden en la interacción directa con los pacientes. Actualmente la secretaría de salud no cuenta con ningún sistema ECE (expediente clínico electrónico) gratuito para los centros de salud, sin embargo, rigen sus operaciones de producción de datos mediante las normas NOM-024 y NOM-168 que dictan los requerimientos mínimos para que software de terceros pueda ser utilizado en los centros de salud. Debido a que la legislación actual de México, obliga a los centros de salud a tener la información en un medio no borrable por 5 años la aplicación web propuesta servirá como un intermedio al llenado a mano de los formatos más comunes, de los cuales podemos listar los siguientes: Historia Clínica (pediátrica, adolescente, general), Notas de evolución y Hojas frontales.

Antecedentes

La evaluación y gestión de tecnologías para la salud inició formalmente en México en el año de 1978, cuando el Subsecretario de Planeación de la entonces llamada Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA), encabezó los primeros esfuerzos para el surgimiento y la difusión del conocimiento sobre este tema [7]. Desde entonces y debido a la fragmentación de los sistemas de salud en México, han habido esfuerzos aislados en instituciones mexicanas, pero es a partir del sexenio del año 2000, cuando en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2001-2006, el Programa Nacional de Salud 2001-2006 y la Ley General de Salud 2003 (LGS) establecieron por primera vez, la importancia y necesidad de utilizar la tecnología para lograr los objetivos generales de proporcionar acceso a la salud de manera equitativa y abatir el rezago en el nivel de atención [1]. En 2004 se creó el CENETEC-Salud como una agencia especia-

lizada de la Secretaría de Salud, con dos propósitos básicos: generar información segura, pertinente y relevante sobre tecnologías en salud para mejorar la prestación de servicios de salud y para el diseño e implementación de políticas en salud, y para ayudar a la adquisición, adopción, administración y diseminación racional de tecnologías médicas en los niveles local, regional y nacional [7].

La Secretaria de Salud ha fortalecido el esfuerzo para incorporar las tecnologías en salud los últimos años, y ha identificado en las tecnologías y las telecomunicaciones, un aliado para aumentar la eficiencia y mejorar la calidad en la prestación de cuidados de la salud [1].

Actualmente el esfuerzo en materia de tecnología, ha sido para la telemedicina aunque también han surgido tecnologías como Internet of Things (IoT), cirugías robóticas, entre muchas otras que dependen de la interacción del paciente con el doctor. En materia de tecnología administrativa para los hospitales se presenta el Expediente Clínico Electrónico (ECE) que es un esfuerzo realista para dotar de tecnología a los hospitales ya que los sistemas basados en la nube disminuyen los costos de mantenimiento de servidores [2], equipos clientes y actualizaciones. El ECE es una herramienta que ofrece información sobre medicación, la historia del paciente, los protocolos clínicos y recomendaciones de estudios específicos [1].

Actualmente no hay ningún sistema de ECE creado por la Secretaría de Salud, dado que su prioridad está centrada en la estadística y reportes, pero no se toman en cuenta la parte administrativa y operativa, es por eso que se ha optado por crear la norma NOM-024-SSA3-2012 cuyo objetivo es normalizar y homologar las funcionalidades hospitalarias, garantizar la interoperabilidad, procesamiento, interpretación, confidencialidad, seguridad y uso de estándares y catálogos de la información de los registros electrónicos 2 de los sistemas ECE hechos por terceros. Esta es una acción realista por parte del gobierno, ya que provee la oportunidad de que los hospitales públicos y privados puedan elegir entre una gama de sistemas ECE, de cualquier

presupuesto y características, aunque actualmente no hay uno gratuito proveído por el gobierno mexicano.

Identificación del problema

A pesar de la mención que tiene la tecnología en los planes en el gobierno de México y el avance en el acceso al internet, los retos epidemiológicos que plantea la transición y crecimiento demográfico, así como la elevada fragmentación del sistema de salud en México hacen que los esfuerzos nunca sean suficientes.

Como se planteaba anteriormente, el enfoque de La Secretaría de Salud está orientado a la medicina que es aplicada en los pacientes, y en la que ayude a generar reportes generales por estado y país, pero no se toma en cuenta las necesidades administrativas y operativas de los centros de salud.

La elección del ECE está ligada a la necesidad particular de cada profesional y de cada departamento de salud en México, pero es importante que el ECE elegido tenga una estructura estandarizada [1].

Los expedientes de los pacientes debe de contener esta información:

- Hoja Frontal
- Historia clínica (general, pediátrica, adolescente)
- Notas de evolución

El expediente clínico no es un fin en sí mismo, sino que es una consecuencia del trabajo asistencial y docente. Es como una constancia, donde debe reflejarse fielmente, con claridad y coherencia, que se han cumplido todas las etapas del método clínico en la asistencia de un paciente. Si esto es así, el resto de las funciones del expediente clínico también se cumplirán de manera correcta (Espinosa Brito, 2007).

El documento más propenso a tener errores es la Nota de Evolución, ya que se realiza cada vez que el paciente visita los Centros de Salud, por lo tanto es el documento más realizado en las instituciones de salud como seguimiento y tratamiento de los padecimientos crónicos. Este documento depende de la información redacta-

da en historia clínica, y es anexado al expediente del paciente.

Una institución de salud que prescinde de un sistema ECE dificulta las labores de su personal, y esos inconvenientes producidos por este defecto ocasionan posibles retrasos y atención insuficiente en cuanto a tiempo de calidad dedicado al paciente en una entrevista de consulta. Entre las múltiples problemáticas de usar lápiz y papel en la prestación de los servicios de salud, podemos listar:

- La información carece de legibilidad y está dispersa con poco apego a criterios estándares, por lo que se dificulta el seguimiento médico [1].
- Dificultad para realizar un diagnóstico asistido por un especialista en forma remota.
- Se omiten datos importantes que son vitales para la atención personalizada, pero son fáciles de pasar por alto.
- La información muchas veces es repetidas en las múltiples páginas que tiene un expediente.
- El expediente clínico de los pacientes muchas veces está incompleto.

A pesar de que el ECE ha mostrado ser una forma eficiente y segura para mejorar la calidad de la atención médica, su adopción enfrenta todavía resistencia por parte del sector salud. El mayor obstáculo consiste en la carencia de un sistema universal estandarizado para la creación de expedientes clínicos. Desde inicio de los 60, muchos sistemas de ECE han sido creados de manera independiente por instituciones médicas públicas y privadas, provocando que la interacción entre diferentes sistemas sea complicada [8].

En virtud de lo anterior, la definición de estándares y catálogos de información por las instituciones del Sistema Nacional de Salud, nos permite tomar acciones para definir los pasos a seguir en el fortalecimiento de nuestros sistemas de información, que en el corto plazo reduzcan las brechas que generan la necesidad de conciliar los procesos de generación de datos estadísticos que en la actualidad están a cargo de las 32 entidades federativas y las

instituciones tanto públicas como privadas que conforman nuestro sistema de salud.

Actualmente no existe una forma estándar de diseñar un expediente clínico electrónico en México, el punto de partida es la NOM-024-SSA3-2012. Sin embargo, la norma sólo dicta la información a recabar, pero no la manera de organizarla electrónicamente, y es en este aspecto [3].

Por un lado NOM-168-SSA1-1998 indica los datos mínimos que debe incluir un expediente clínico y por otro lado la NOM-024-SSA3-2012 indica las funciones básicas con las que debe contar un sistema de expediente clínico electrónico.

Considerando que ambas normas son obligatorias, se pensaría que en México la mayoría de los expedientes clínicos están completos y así mismo los sistemas de expedientes clínicos electrónicos cumplen con las funciones básicas obligatorias, pero la realidad es que debido a la fragmentación del sistema de salud, todavía falta mucho para poder tener la interoperabilidad general en el sistema de salud en México.

Propósito de la propuesta

La presente investigación es una propuesta de un modelo para expediente clínico electrónico que agilice y complemente a la seguridad del paciente en los centros de salud de la Secretaría de Salud.

El uso del Expediente Clínico Electrónico brinda la oportunidad de dotar a la Secretaría de Salud de un instrumento confiable para evitar la omisión de datos, y el correcto diagnóstico y buen tratamiento al paciente.

Buscamos agilizar el trabajo administrativo, proveyendo una aplicación web basada en las normas que regulan los Expedientes Clínicos Electrónicos, tales como la norma NOM-024-SSA3-2012 en el cual provee los datos mínimos para la identificación de personas.

La importancia del expediente clínico radica en que es la pieza fundamental que rige y da coherencia a los diferentes pro-

cesos y departamentos que existen en un centro de salud [3].

Son cuatro departamentos básicos en un centro de salud, y un sistema de registro electrónico de salud sólido (ECE) desempeña un papel esencial en la cobertura universal de salud porque apoya el diagnóstico y tratamiento de los pacientes al proporcionar información rápida, completa y puntual del paciente en el punto de atención [5].

En términos generales, según la encuesta BCG un porcentaje considerable de médicos considera que las TIC han contribuido de forma positiva en distintos aspectos que van desde mejoras en la calidad de los servicios de salud, aumentos en la productividad e incluso disminución de la corrupción [4].

Objetivos de la investigación

La presente investigación tiene la intención de crear un modelo de un expediente electrónico digital utilizando plataformas tecnológicas en la industria del software de manera que sea fácilmente ajustable a los estándares gubernamentales, ya que cuando se trata de salud, la rapidez de acceso a la información clínica de un paciente puede, literalmente, salvarle la vida [3].

Los registros electrónicos de salud (ECE) tienen el potencial de convertirse en una fuente rentable, viable y sostenible de datos para la gestión continua de la salud de la población al permitir la circulación eficaz de la información médica oportuna en múltiples formas entre todas las partes interesadas. Los ECE permiten mejorar la eficiencia y la calidad general de la atención al posibilitar la atención directa al paciente, la gestión de los procesos de soporte y administrativos financieros, y lo más importante, apoyar el autocontrol por parte del paciente.

Mediante el expediente clínico electrónico se puede brindar información más completa a los médicos y personal de salud, así como habilitar la comunicación al instante entre las diferentes unidades médicas [1].

Entre los objetivos, buscamos tal como lo dice el Manual del Expediente Clínico Electrónico [10] buscamos:

- Debido a la importancia, buscamos proveer una experiencia amigable y clara al utilizar el sistema.
- Reducción del tiempo de los profesionales de la salud dirigido a actividades administrativas.
- Ahorro de tiempo en la consulta del expediente, debido al registro de toda la información del paciente en su unidad médica.
- El expediente se actualiza de manera permanente, rápida y fácil
- La llegada de un expediente clínico electrónico universal accesible desde la internet permitiría una mejora inmediata de la atención médica que incrementaría la calidad, evitando la presentación de eventos adversos al contar con los antecedentes, en forma inmediata, de los pacientes solicitantes; disminuirá la incidencia de demandas en contra del personal médico, prestador del servicio [3].

Limitaciones

- Dado que en México es obligatorio disponer de una copia escrita de los registros de los pacientes, y la información debe estar almacenada en un medio no borrable para asegurar la integridad de los datos [1].
- Una limitación importante es la velocidad de la conexión de los centros de salud a internet, es por eso que se buscará que la página web se renderice de una forma que consuma el menor ancho de banda posible.
- La instalación y uso del ECE puede llegar a ser un proceso lento, aunque fructífero en el largo plazo, que precisa un riguroso estudio de las necesidades y posibilidades de los profesionales antes de decidir entre las ofertas del mercado informático [1].
- El tiempo con el que se presenta esta investigación. La apertura de la sociedad a dichos sistemas de información, en particular al expediente clínico electrónico, es un proceso lento pero impararable, ya que los beneficios de implementar dicha modernización superan por mucho a los aspectos debatibles tanto morales como lega-

les [3].

- En este caso los pacientes, médicos, enfermeras y personal técnico de apoyo son la clave para el éxito o fracaso de la revolución de la salud que se propone en este trabajo. Para los pacientes, la relación personal de confianza con su médico es un factor importante para que él ignore sus temores acerca del ECE. La adopción gradual y la capacitación para el uso del nuevo sistema electrónico (la administración del expediente ECE) es un factor clave para que los médicos y personal de apoyo puedan evidenciar que el sistema electrónico, lejos de complicar su trabajo, lo facilitará con el acceso inmediato a toda la información del historial médico del paciente en turno [3].
- Dada la magnitud de procesos que tiene un Centro de Salud en México, esta propuesta no podrá tener una versión final completa cuando esté en producción.

Delimitaciones

La presente investigación contará con los siguientes parámetros:

1. El sistema solo se aplicará para hojas frontales, historias clínicas general, pediátrica, adolescente y nota de evolución.

2. El ECE propuesto será una aplicación web, implementada en una web hosting con bases de datos relacionales.

3. Hasta pasar por validaciones de la secretaría de salud, el sistema solo se usará para agilizar el proceso, no será completamente un expediente clínico electrónico legal, sino uno informativo y una herramienta de ayuda, ya que por ley, todos los documentos deben de estar en el expediente legal en físico.

4. Cabe mencionar que los tipos de Sistemas de Expediente Clínico Electrónico que están sujetos a NOM-024-SSA3-2012, serán aquellos destinados a los usos en el ámbito de la provisión de servicios de salud mostrados en el ANEXO B y en primera instancia, como el sistema ECE que proponemos será para un centro de salud, solo cumplirá las normas mínimas pero no implementará ningún módulo de interoperabilidad con otros sistemas, pero siempre dejando la posibilidad para aplicarlos.

5. La fase de pruebas será en el Cen-

tro de Salud Infonavit, de Montemorelos, Nuevo León, buscando implementarse en otros centros de salud del estado.

Definición de términos

Expediente Clínico Electrónico (ECE). "Sistema Informático que almacena los datos del paciente en formato digital, que se almacenan e intercambian de manera segura y puede ser accesado por múltiples usuarios autorizados. Contiene información retrospectiva, concurrente y prospectiva y su principal propósito es soportar de manera continua, eficiente, con calidad e integral la atención y cuidados de salud" [1].

HL7. Estándar de mensajería para el intercambio electrónico de información clínica basada en el RIM (Reference Information Model). La Mensajería HL7 (Health Level 7) es la tercera norma más frecuente utilizada en la implementación del sistema RES, en 7 países (36,8%).

CIE-10. Es la Clasificación Internacional de Enfermedades, décima versión correspondiente a la versión en español de la ICD, por sus siglas en inglés: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems [1].

NOM. Norma Oficial Mexicana. Es una serie de normas cuyo objetivo es asegurar valores, cantidades y características mínimas o máximas en el diseño, producción o servicio de los bienes de consumo entre personas morales y/o físicas (Universidad Autónoma de México, 2005) [2].

CLUES. Clave Única de Establecimiento en Salud [2].

Metodología

Este proyecto tiene como fin resolver un problema concreto en la industria de los servicios de salud, utilizando las tecnologías de la información. La solución que se busca conduce a un producto de software que organice, archive y presente la información relacionada con la historia clínica de un paciente en formato electrónico y a través de un navegador.

En base a una serie de entrevistas y diagnósticos de un día normal en un Cen-

tro de Salud de primer nivel, se detectó información valiosa de los requerimientos y se han comparado y estudiado minuciosamente los estándares y normas mexicanas para almacenar los datos de los servicios de salud, que combinado con las metodologías para el desarrollo de software, han permitido la creación de este sistema.

Análisis de requerimientos

De acuerdo con [16] un requerimiento es una condición o capacidad a la que el sistema (siendo construido) debe conformar. Sin embargo, un requerimiento de software puede también ser definido como una capacidad del software necesaria para que el usuario pueda resolver un problema, o para satisfacer un estándar, o en este caso, una norma oficial como las planteadas anteriormente. Los requerimientos se han agrupado desde 4 perspectivas:

- Requerimientos del doctor
- Capturar datos del formato oficial la hoja frontal para el expediente clínico.
- Capturar datos del formato oficial las historias clínicas (adolescente, general, pediátrica) para el expediente clínico.
- Capturar datos del formato oficial las notas de evolución para el expediente clínico.
- Diagnósticos: Utilizar clasificación internacional de enfermedades CIE 10ª revisión.
- Imprimir los formatos oficiales y poder revisarlos posteriormente.
- Desplegar el historial de historias clínicas y hojas frontales.
- Requerimientos del sistema
- Control de permisos dependiendo el puesto (doctores, enfermeras, administrador)
- Manejar un identificador único de expediente.
- Tener la información del último usuario que actualizó los registros en el sistema.
- Requerimientos arquitectónicos:
- Separar las capas de datos, presentación y lógica del negocio.
- Crear un modelo de respaldos para la base de datos.
- Requerimientos gubernamentales
- Cumplir con lo concerniente al tipo de proyecto en la norma NOM-168-SSA1-1998.
- Cumplir con lo concerniente al tipo

de proyecto en la norma NOM-024-SSA3-2012.

Diseño y definición de la arquitectura

La arquitectura de software es la organización fundamental de un sistema descrita en sus componentes, la relación entre ellos y el ambiente y los principios que guían su diseño y evolución [18]. El concepto de arquitectura multicapa es un conjunto ordenado de subsistemas, cada uno de cuales está constituido en términos de los que tiene por debajo y proporciona la base de la implementación de aquellos que están por encima de él [30].

Se escogió la arquitectura multicapa con 3 capas iniciales pues está basada en el bajo costo de administración de clientes, alta accesibilidad, alta flexibilidad de crecimiento, alta disponibilidad y tolerancia a fallos, alta escalabilidad e independencia de los repositorios y bases de datos. A continuación son mostradas:



Fig. 1. Arquitectura de software.

Esta arquitectura particiona todo el sistema en distintas unidades funcionales. Esto asegura una división clara de responsabilidades y hace que el sistema sea más mantenible y extensible. Los sistemas con tres o más capas se han probado con más escalables y flexibles que un sistema cliente-servidor, en el que no existe la capa central de lógica de negocios [9].

A continuación se explica detalladamente las capas de nuestra arquitectura:

Capa de datos

Esta capa incluye tanto el servidor web como el servidor de base de datos.

Para el servidor web se escogió al proveedor de alojamiento en la nube en Estados Unidos de Norteamérica llamado Dreamhost, este provee paquetes accesibles para sistemas web que están en etapas tempranas de producción con múltiples características tales como: un servidor web compartido con tráfico, espacio en disco y sitios web alojados, espacio en disco (SSD) y bases de datos de forma ilimitada, con el lenguaje PHP 7.1 y un servidor de aplicaciones Apache a un precio accesible y con posibilidad de escalabilidad.

Para el servidor de base de datos se utilizó el motor MySQL Community Edition. Se eligió el estándar SQL ya que la información de este proyecto es altamente relacional.

Cada centro de salud que use este proyecto, usará una base de datos diferente, esto con el fin de no sobrecargar centros de salud pequeños, con otros más extensos. Las bases de datos podrán ser instanciadas n veces, y serán usadas por todos los componentes del sistema lo que permitirá que dentro de este sistema se pueda alojar varias unidades hospitalarias con todas sus entidades independientes y la funcionalidad replicada.

El modelo de la base de datos incluye 1 tabla para las historias clínica generales, 5 tablas para las historias clínicas adolescentes y 13 tablas para la historia clínica pediátrica, todas ellas extendiendo las 14 tablas concernientes a los datos clínicos generales del paciente, que a su vez extienden tablas de historias clínicas, pacientes y núcleos.

Para la creación de todas esas tablas con una misma convención, se utilizó las Laravel Migrations y Laravel Seeds.

Las migraciones en Laravel son clases de PHP que funcionan como el control de versiones para una base de datos, estas permiten modificar y compartir fácilmente el esquema de la base de datos de la aplicación y proveen una forma sencilla de tener

la misma estructura en todas las instalaciones de la aplicación [11]. Esto permitió que en la fase de desarrollo, las pruebas que conlleva creación de tablas, convención de nombres y relaciones fueran realizadas en tiempo record.

Laravel Seed es un método simple para rellenar una base de datos con una estructura previa definida con datos de prueba [10]. Esto permitió que las tablas tuvieran información aleatoria de prueba que sirviera para ejecutar procesos de la aplicación que así lo requerían.

Capa de negocios: Framework Laravel

Laravel es un framework de código abierto para desarrollar aplicaciones y servicios web con PHP. Su objetivo es desarrollar aplicaciones de forma elegante y simple [12]. Fue creado en 2011 y tiene una gran influencia de frameworks como Ruby on Rails, Sinatra y ASP.NET MVC [10].

Entre los aportes del framework y la razón de ser elegido para el proyecto podemos listar:

1. Eloquent ORM. Provee un manejo de modelos internos para interactuar con cada tabla, proveyendo formas simples de hacer consultas, sin exponer el código a inyecciones SQL.

2. Middlewares. Provee formas simples de manejar la encriptación de cookies, autenticación y usuarios.

Para este proyecto fueron creados 37 Modelos (referenciando cada tabla), 9 Vistas (referenciando los formatos oficiales de la secretaría de salud), 3 Controladores (historias clínicas, notas de evolución y hojas frontales) y 5 clases extra para Custom Input Forms de la capa de presentación de Laravel Voyager.

Capa de presentación: Laravel Voyager

Voyager es un paquete de administración de Laravel completamente personalizable. La interfaz de administración de Voyager le permite crear la funcionalidad CRUD o BREAD (listar, leer, editar, agregar y eliminar) en sus publicaciones, páginas o cualquier otra tabla de su base de datos [13]. También provee interfaz intuitiva para crear administrador de medios, un generador de menús. Voyager diferentes com-

ponentes para la creación de un frontend visualmente prometedor, tales como:

- Google Fonts. El mayor catálogo de fuentes web gratuitas.
- Bootstrap. Es un conjunto de herramientas de código abierto para desarrollar con HTML, CSS y JS. Provee características imprescindibles en un proyecto como este, como variables y mixins de Sass, un sistema de cuadrícula sensible, extensos componentes precompilados y potentes complementos creados en jQuery.
- Plugins de javascript como Bootstrap Toggle, Datepicker.js y Cropper.js.

Voyager fue usado en el proyecto para el manejo de tareas repetitivas y administrativas, de esta manera fue posible enfocar la fase del desarrollo del proyecto a crear una interfaz intuitiva para los usuarios y proveer un diseño responsivo para ser utilizado en cualquier dispositivo.

Seguridad y autenticación

La seguridad en un sitio web es un tema crítico y complejo para los desarrolladores web. Proteger un sitio requiere de una planeación muy cuidadosa y un entendimiento claro de los administradores del sitio y programadores para conocer las opciones de seguridad que deberá implementar el sitio (Microsoft, 2005).

La seguridad del proyecto en el nivel de la capa de negocios y de datos, está basada en la autenticación por contraseña basada en roles. La base de datos almacena la contraseña encriptada con el algoritmo Bcrypt, el cual es una función de hash de contraseñas diseñada por Niels Provos y David Mazières, basada en el cifrado Blowfish [15]. Bcrypt es una función adaptativa: con el tiempo, el recuento de iteraciones se puede aumentar para hacerlo más lento, por lo que sigue siendo resistente a los ataques de búsqueda de fuerza bruta, incluso con el aumento del poder de cálculo.

En la capa de presentación, también es necesario un método de seguridad, es por eso que se tiene un especial cuidado en la Protección CSRF para los formularios del proyecto. Un ataque CSRF fuerza al navegador web validado de una víctima a enviar una petición a una aplicación web vulnera-

ble, la cual entonces realiza la acción elegida a través de la víctima. Al contrario que en los ataques XSS, los cuales explotan la confianza que un usuario tiene en un sitio en particular, el cross site request forgery explota la confianza que un sitio tiene en un usuario en particular [16].

Conclusiones

En este proyecto se propuso desarrollar un modelo de software para la industria de los servicios de salud tomando en cuenta que la tendencia para estos servicios es la de ofrecer herramientas y sistemas que apoyen en la creación de un expediente clínico electrónico confiable y permita la posibilidad de ser impresos con el fin de no romper ningún estándar preestablecido de la Secretaría de Salud.

Consideramos que la importancia de este proyecto no puede ser medido sólo por los paradigmas de programación que fueron empleados para su realización, sino el impacto que tendrá en la sociedad y usuarios del sistema.

En la industria de servicios de salud hay cientos de vendedores que ofrecen soluciones de expediente electrónico digital. La mayoría de vendedores tienen muchos años en la industria y recursos invertidos en el desarrollo de software con características muy similares al proyecto que se ha creado en esta investigación. Sin embargo, considerando que el sistema propuesto está hecho especialmente para la secretaría de salud, en los centros de salud de primer nivel y el enfoque es la parte administrativa, junto con intuitividad y usabilidad, estimamos que el uso del sistema será masivo.

Lista de referencias

1. Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud, Manual del Expediente Clínico Electrónico, Secretaría de Salud, 2011.
2. Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud, Norma oficial mexicana NOM-024, Secretaría de Salud, 2011.
3. Héctor Vázquez Leal. "Un expediente clínico electrónico universal para México: características, retos y beneficios" Universidad Veracruzana, 28/06/2011
4. Mariscal Avilés, Judith; Gil-García, J. Ramón; Ramírez-Hernández, Fernando. "e-Salud en México: antecedentes, objetivos, logros y retos" Espacios Públicos, vol. 15, núm. 34, mayo-agosto, 2012, pp. 65-94 Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.
5. eHealth in the Region of the Americas: breaking down the barriers to implementation. Results of the World Health Organization's Third Global Survey on eHealth ISBN: 978-92-75-11925-9
6. Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud: CENETEC, "Programa de Acción Específico: Evaluación y Gestión de Tecnologías para la Salud". Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de 2013
7. Apuntes de Ingeniería del software: Arquitectura multicapa y observadores. Macario Polo Usaola.
8. Laravel Seeding [en línea]. Disponible: <https://laravel.com/docs/5.8/seeding>
9. Laravel Migrations [en línea]. Disponible: <https://laravel.com/docs/5.8/migrations>
10. (Ecured, 2016) y Laravel [en línea] Disponible: <https://www.ecured.cu/Laravel>
11. Laravel Voyager [en línea]. Disponible: <https://laravelvoyager.com/>
12. Salvador Escorcía, Máximo López, J. Gabriel González, Azucena Montes, Hiram Zúñiga. Departamento de Ciencias Computacionales. Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)
13. (Wikipedia, 2017) y Bcrypt [en línea] Disponible: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bcrypt>
14. (Wikipedia, 2018) y Cross-site request

Wforgery [en línea] Disponible:
[https://es.wikipedia.org/wiki/Cross-site_re-
quest_forgery](https://es.wikipedia.org/wiki/Cross-site_request_forgery)
15. Rational IBM (2005)
16. Naranjo, 2005