

# Implementación de una Aplicación Web para el Registro y Control de Expedientes Médicos de la Clínica Avanzada de Atención Primaria a la Salud (C.A.A.P.S): Caso "Área de Servicio Amigable (Módulo Del Adolescente)"

Ing. Antonio Alejandro Sánchez Zapata<sup>1</sup>, M.T.I. Eloy Cadena Mendoza<sup>2</sup>,  
Dr. Eduardo de la Cruz Gámez<sup>3</sup> y M.T.I. Jorge Carranza Gómez<sup>4</sup>

**Resumen**—El artículo tiene por meta presentar alternativas de patrones de diseño de software para el desarrollo de una aplicación web que permita el registro de expedientes médicos e historias médicas en el C.A.A.P.S, además de contener un módulo para el pre diagnóstico de patologías detectadas en los pacientes. En la primera parte del artículo se redacta la introducción a la problemática hallada en el área a desarrollar el proyecto y se definen los objetivos a cumplir. En la parte final del artículo se propone el desarrollo del proyecto mediante el uso de una metodología ágil basada en ciclos por cada módulo que se pretende crear, se redactan las definiciones pertinentes y se justifica el uso de estas herramientas. El apartado de conclusiones contiene el análisis resultante de todo el conjunto y se mencionan las bases para el desarrollo de los modelos y diagramas para el diseño de la aplicación web.

**Palabras clave**— Patrón de diseño de software, SCRUM, Modelo-Vista-Controlador (MVC), Arquitectura de tres capas, C.A.A.P.S.

## Introducción

Las Tecnologías de Información reducen ese tiempo y por ende sus costos; esto hace que los administradores y empleados mejoren su productividad, al desperdiciar menos el tiempo en la búsqueda de soluciones a sus problemas. Vivimos en un mundo en que la tecnología marca el ritmo del progreso y las pautas de vida, en otras palabras, vivimos en un mundo modelado por la tecnología, en nuestra vida cotidiana y esto debido al desarrollo de la tecnología. Por lo que utilizar sistemas para facilitar tareas y mejorar el rendimiento de los trabajadores así como responder de forma positiva a tiempos de respuesta a clientes que cada día buscan una mejor atención y mayor competitividad a la hora de adquirir y brindar servicios.

## Planteamiento del Problema

El Hospital General Progreso, conocido como la Clínica Avanzada de Atención Primaria a la Salud (C.A.A.P.S.) el cual inició sus funciones el día 11 de Noviembre de 1959 y que hasta la actualidad esta institución del estado de Guerrero opera principalmente ofreciendo sus servicios en beneficio de la mujer y del niño, desde actividades para seguimiento de los periodos de gestación de las mujeres embarazadas, consultas médicas de los diversos consultorios entre los cuales podemos mencionar medicina general, odontología, áreas de urgencias y observación, quirófanos, entre otras áreas diversas de operación como administrativas, trabajo social, archivos/expedientes, limpieza, farmacia, pediatría y ginecología.

En la mayor parte de las áreas de la clínica, el personal desarrolla y mantiene contacto directo con los pacientes que reciben día a día, atendiendo la alta demanda de servicios que solicitan, dado que se reciben pacientes provenientes desde colonias como Progreso, Mozimba, Jardín Azteca, Jardín Mangos, Jardín Palmas, La Laja, La Fábrica, Santa Cruz, Morelos, Alta Progreso, por mencionar algunas de las más comunes, y también recibe pacientes que son transferidos desde otras unidades como Hospital General, Hospital Vicente Guerrero, Hospital Donato G. Alarcón, ya sea porque éstas rebasan su tope límite, o porque no pueden ser atendidos en el momento que es requerido.

En promedio estimado, se calcula que en la clínica se reciben al menos 200 pacientes al día, independientemente de que acudan por previa solicitud de una cita o acudan sin cita, y de cada uno de ellos se llevan registros de las

<sup>1</sup> Ing. Antonio Alejandro Sánchez Zapata es estudiante de la Maestría en Sistemas Computacionales en un programa PNPC en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco, [aaszapata18@gmail.com](mailto:aaszapata18@gmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> M.T.I. Eloy Cadena Mendoza es docente de la Maestría en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco, [eloy\\_cadena@yahoo.com](mailto:eloy_cadena@yahoo.com)

<sup>3</sup> Dr. Eduardo de la Cruz Gámez es Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Maestría en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco, [gameduardo@yahoo.com](mailto:gameduardo@yahoo.com)

<sup>4</sup> M.T.I. Jorge Carranza Gómez es docente de la Maestría en Sistemas Computacionales del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Acapulco, [jcarranzamx@gmail.com](mailto:jcarranzamx@gmail.com)

consultas que se les brindan en cada una de las áreas, así como también se les da seguimiento en caso de que reciban algún tratamiento.

El Área de Servicio Amigable, antes conocida como el Módulo del Adolescente, es el área encargada de atender a los pacientes jóvenes de 10 a 19 años de edad, y que recibe por lo menos el 20% de todos los pacientes que acuden a la Clínica. Está dividida en tres secciones principalmente:

- Consultorio Psicológico: Esta sección se encarga principalmente de ofrecer ayuda psicológica para los adolescentes, tomando en cuenta principalmente los temas relacionados a trastornos de conducta escolar, violencia intrafamiliar, violencia en el noviazgo, problemas de apego y trastornos afectivos.
- Orientación y Consejería Sexual: Esta sección se encarga de la planificación familiar y de pareja. Esto quiere decir que ofrece pláticas acerca de prevención del embarazo, derechos sexuales y reproductivos, métodos anticonceptivos, prevención de enfermedades e infecciones de transmisión sexual.
- Consultorio Médico: Esta sección se encarga de atender y ofrecer servicios relacionados con el seguimiento de los embarazos a temprana edad de las pacientes femeninas, y ofrecer consultas a los pacientes de ambos sexos relacionadas con infecciones de transmisión sexual, tratamiento y seguimiento de las mismas.

Además de ejercer otras tareas tales como el ofrecer exposiciones conjuntas en el auditorio de la Clínica en la que se imparten los temas antes mencionados ejemplificados en situaciones con el objetivo de que los adolescentes por medio de la experiencia de otros aprendan y logren tomar mejores decisiones con respecto a su salud sexual y reproductiva, así como también trata temas referentes a planificación familiar para las parejas que ya se encuentran en periodos de gestación, de forma que logren prepararse para recibir las responsabilidades que tendrán a futuro como padres.

Dentro del Área de Servicio Amigable se laboran dos turnos de trabajo actualmente: Un turno de jornada a tiempo completo en la cual se desempeñan tres médicos especiales, cada uno de ellos se encarga de atender a los pacientes que solicitan servicios en las tres secciones del Área del Servicio Amigable, y una jornada a tiempo parcial en la cual se desempeña solo un médico y solo él es responsable de atender las tres secciones del Área del Servicio Amigable.

Ambos turnos de trabajo se desempeñan básicamente de la misma manera, tienen un horario establecido para atender pacientes en cualquiera de las tres secciones, se revisa si el paciente solicitó previamente una cita, independientemente de la respuesta a esto, se realiza un registro tomando en cuenta datos personales del paciente como nombre completo, peso, altura, fecha de nacimiento, CURP y fecha en la que está recibiendo la consulta.

Posteriormente a esto se procede a determinar el tipo de consulta que está requiriendo el paciente y éste accede a uno de los consultorios del área. Si el paciente recibió una consulta médica o una consulta psicológica se valoran las notas y observaciones recabadas, de acuerdo a los resultados analizados por los médicos, se determina si el paciente requerirá seguir tratamiento para el problema que se haya detectado en la consulta médica o una serie de citas programadas de forma semanal, quincenal o mensual para evaluar su desarrollo en la consulta psicológica.

En el caso de que el paciente haya recibido una consulta de orientación y consejería sexual, solamente se capturan los datos personales del paciente, la fecha en la que está recibiendo la consulta y el tipo de apoyo que se le proporcionó: Plática sobre la prevención de embarazos de adolescentes, plática acerca de las enfermedades e infecciones de transmisión sexual, plática de planificación familiar, o si solicitó algún método anticonceptivo, cuál fue el que se le otorgó y la cantidad que se le otorgó.

Una vez terminada la cita del paciente y programada la siguiente, el médico procede a rellenar un formato de consulta en el cual se rellena la información personal que se obtuvo del paciente, el tipo de consulta que recibió, la fecha y hora en la que el paciente recibió la consulta, qué médico fue el encargado de otorgarle la consulta, la descripción de la consulta que consta del tema que fue tratado con el paciente, así como también se capturan datos relevantes notados por el médico que servirán para evaluar la evolución y el desarrollo de las siguientes citas que tenga programadas, y las conclusiones a las que haya llegado al final de la consulta. Este proceso se repite en los dos tipos de jornada laboral durante el transcurso del día. Como consecuencia directa, dado que este procedimiento se realiza una vez concluida la consulta con el paciente provoca que no se aprovechen correctamente los tiempos de llegada de las citas siguientes, por lo que se retrasan alrededor de 10 – 20 minutos para atender al siguiente paciente en la fila; y que el número de pacientes atendidos durante el día sea bajo, por el consumo de tiempo durante la consulta y el posterior rellenado del formato.

Una vez que el día laboral termina, los médicos guardan en sus expedientes los formatos rellenos de las consultas otorgadas a los pacientes que hayan recibido. Al finalizar el mes, se trasladan todos los expedientes al área de Archivos/Expedientes de la clínica, en donde se guardan en los casilleros correspondientes al área, siendo estos los

únicos registros físicos existentes sobre las consultas que se otorgaron a los pacientes. No existe un respaldo de esta información acumulada, por lo que si se extravía algún formato en el área del Servicio Amigable, durante el traslado de los expedientes, o en el área de Archivos/Expedientes, no hay manera de recuperar los formatos.

Además de que esta área está reduciendo el espacio disponible para nuevos expedientes, dada la gran demanda de pacientes que solicitan consultas; si alguno de los médicos requiere revisar el expediente de alguno de los pacientes que atendió resulta difícil para esta área tanto el localizar el expediente de la fecha solicitada por el gran número de expedientes que se almacenan en sus casilleros, tomando un aproximado de 15 minutos en localizar el expediente y trasladarlo al área de Servicio Amigable al médico que haya hecho la solicitud. Este lapso de tiempo también representa pérdidas en la atención correcta de los pacientes y en algunos casos representa desesperación de los pacientes al tener que esperar tiempo para salir del consultorio.

En algunos casos, algunos de los expedientes también presentan problemas de escritura ilegible, esto dado a que los materiales de escritura (lápices, plumas) tienden a borrarse con el paso del tiempo por la calidad de los mismos, o por la calidad de las hojas solicitadas en las imprentas con las que la clínica tiene convenio para seguir imprimiendo sus historiales clínicos y recetas médicas del Servicio Amigable, lo cual tiende a ser un problema cuando se solicitan los expedientes para dar seguimiento a los tratamientos de los pacientes, o a las áreas de farmacias a las que los pacientes acuden para solicitar sus medicamentos, lo cual ocasiona problemas para el área de Servicio Amigable como tener que volver a capturar la información de la historia clínica y/o receta médica en caso de ser necesario, así como ocasionar que los pacientes demoren mucho más tiempo en salir de la clínica por estos detalles.

Sumado a esto, existe el consumo de demasiadas hojas de papel para la impresión de los formatos de consulta, las recetas y demás actividades que se realizan, material en el cual la Clínica invierte demasiado dinero en las imprentas con las cuales a pesar de mantener convenio sigue representando un gran presupuesto invertido, además de utilizar un mínimo de 500 hojas blancas las cuales son gastadas mes con mes para las observaciones que los médicos toman durante cada consulta; y que al mismo tiempo la clínica tampoco ha decidido invertir en infraestructura tecnológica local para mejorar sus procesos de manejo de la información, y que a pesar de guardar cierta información en hojas de cálculo de Excel, sigue siendo una desventaja ya que si la computadora portátil recibiera un daño en el hardware o software, estos datos también se perderían al estar alojados en el disco duro del dispositivo.

### **Objetivo general**

Implementar una aplicación web para el registro y control de los expedientes de consultas para el Área de Servicio Amigable del C.A.A.P.S.

### **Objetivos Específicos**

- Diseñar la base de datos correspondiente para almacenar la información de los pacientes del Área de Servicio Amigable.
- Crear la aplicación de registro y control de expedientes de consulta en un lenguaje web.
- Generar un módulo de la aplicación que apoyará en el pre diagnóstico y seguimiento de patologías detectadas en los pacientes atendidos, basado en inteligencia artificial.
- Generar digitalmente los formatos de historia clínica de las consultas del Área de Servicio Amigable.
- Generar las recetas médicas de los pacientes del Área de Servicio Amigable.

### **Patrones de diseño de software**

Un patrón de diseño se caracteriza como “una regla de tres partes que expresa una relación entre cierto contexto, un problema y una solución” (Pressman, 2010). En pocas palabras, se considera un patrón de diseño como una solución estandarizada en el cual por medio de abstracción se logra crear código reutilizable. Estos proporcionan un esquema para refinar los subsistemas o componentes de un sistema software, o las relaciones entre ellos. Describe estructuras repetitivas de comunicar componentes que resuelven un problema de diseño en un contexto particular.

A partir de esta sección se describen algunos patrones de arquitectura para el diseño de software como alternativa para dar una estructura y a su vez, ayude al desarrollo de la aplicación web propuesta.

#### *Arquitectura de tres capas*

La programación por capas es una técnica de ingeniería de software propia de la programación por objetos, éstos se organizan principalmente en 3 capas: La capa de presentación o frontera, la capa de lógica de negocio o control, y la capa de datos (Vargas del Valle & Maltes Granados).

Cada una de las tres capas se define de la siguiente manera:

- Capa de Presentación o Frontera: Esta capa está encargada de mostrar la representación de los datos al usuario final, a través de interfaces consistentes que satisfagan las necesidades y los requerimientos impuestos por el usuario final, por lo que no se debe excluir ningún dato que haya impuesto y tampoco se debe incluir ningún dato no requerido por el mismo. Los componentes que componen esta capa permiten al usuario interactuar con los procesos de la capa de negocio, ya que es con la que comparte vínculo directamente.
- Capa de Lógica de Negocio o Control: Esta capa tiene como principal tarea gestionar las reglas de negocio definidas, de forma que se logren cumplir las consultas ejecutadas por la Capa de Presentación. Además, esta es la única de las tres capas que puede acceder y comunicarse directamente con la Capa de Datos. Es aquí donde se encuentra toda la lógica del programa, así como las estructuras de datos y objetos encargados para la manipulación de los datos existentes, así como el procesamiento de la información ingresada o solicitada por el usuario en la capa de presentación.
- Capa de Datos: Esta capa se comunica directamente con la Capa de Negocio. Es la encargada de realizar las transacciones y consultas que la Capa de Negocio le solicita, envía la información solicitada por esta para que sea procesada y, en caso de ser necesario, ingresada en objetos según se necesite. Una vez realizado esto, la información pasa a ser mostrada en la Capa de Presentación.

A continuación, se muestra en la Figura 1 un ejemplo de una arquitectura de tres capas.

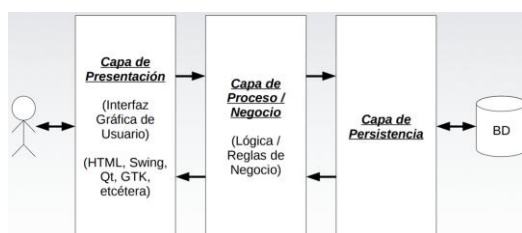


Figura 1. Arquitectura dividida en dos niveles y tres capas.

#### *Modelo-Vista-Controlador o MVC (Model-View-Controller)*

Es un patrón de diseño de software el cual hace una separación clara de los componentes de un sistema, de modo que cada uno de estos ejecute una clase de instrucciones y que al compilarse se logren unir en la ejecución. Este separa los datos y la lógica del negocio de una aplicación de la interfaz del usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones (Eslava, 2011).

El patrón MVC se divide en tres capas que son importantes en una aplicación las cuales son:

- Modelo: Es el objeto que representa los datos del programa. Maneja los datos y controla todas sus transformaciones. Este no tiene conocimiento específico de los Controladores o de las Vistas, ni siquiera contiene referencias a ellos. Es el propio sistema el que tiene encomendada la responsabilidad de mantener enlaces entre el Modelo y sus Vistas, y notificar a las Vistas cuando cambia el Modelo.
- Vista: Es el objeto que maneja la presentación visual de los datos representados por el Modelo. Genera una representación visual del Modelo y muestra los datos al usuario. Interactúa preferentemente con el Controlador, pero es posible que trate directamente con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo.
- Controlador: Es el objeto que proporciona significado a las órdenes del usuario, actuando sobre los datos representados por el Modelo, centra toda la interacción entre la Vista y el Modelo. Cuando se realiza algún cambio, entra en acción, bien sea por cambios en la información del Modelo o por alteraciones de la Vista. Interactúa con el Modelo a través de una referencia al propio Modelo.

A continuación, se muestra en la Figura 2 un ejemplo de la interacción entre las capas del patrón MVC.

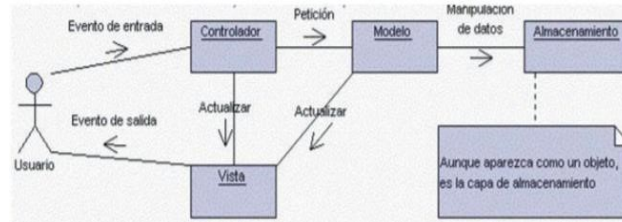


Figura 2. Interacción entre las capas de la arquitectura MVC (Fernández & Díaz, 2012).

Ambas arquitecturas de diseño de software son candidatas a ser seleccionadas para el desarrollo de la aplicación propuesta, ya que en la actualidad, gran parte de las herramientas digitales se componen de estos tipos de arquitectura ya que resulta importante el seccionar los niveles de trabajo, pues una de las grandes ventajas que ofrecen es que al dar mantenimiento al código fuente se actualiza el nivel deseado, en lugar de buscar y localizar en varias líneas de código la sección que se desee modificar. Sin embargo, el patrón MVC es mayormente orientado al diseño de aplicaciones en lenguaje web, por lo que se elige esta como patrón de diseño de software para el desarrollo de la aplicación web.

### Metodología de desarrollo de software

Para el desarrollo de la aplicación web descrita se propone la metodología *SCRUM*, debido a que este proyecto será dividido en una serie de módulos, los cuales deberán analizarse y diseñarse para dar paso a las pruebas unitarias, tanto en el lugar de desarrollo como también frente a los involucrados de la creación del proyecto, lo cual da una ventaja en el aspecto de presentar las diferentes vistas de las que estará compuesta la aplicación web. Esto sumado a la retroalimentación que existirá durante las presentaciones o en caso de que se presenten requisitos cambiantes o poco definidos, lo cual es una de las características principales de esta metodología.

Esta metodología se trabajará en conjunto con los diagramas UML relacionados al análisis de los procesos que ejecute la aplicación web y el diseño y secuencia de las operaciones que ejecutará cada uno de los módulos con los que estará compuesta, todo esto con el objetivo de desarrollar a fondo cada uno de las iteraciones y generar la documentación.

### Metodología SCRUM

Es una metodología de desarrollo ágil, que se basa en sprints: estos son iteraciones o ciclos de desarrollo cortos en los que se diseña y desarrolla un incremento del sistema. *SCRUM* puede usarse como base para gestión de proyectos ágiles, y puede trabajar en conjunto con otras metodologías. *SCRUM* se basa en la teoría de control de procesos empírica o empirismo. El empirismo asegura que el conocimiento procede de la experiencia y de tomar decisiones basándose en lo que se conoce. *SCRUM* emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo (Schwaber & Sutherland, 2013).

Esta metodología se secciona en tres fases de trabajo (Sommerville, 2016). En la primera se realiza la planeación del bosquejo y diseño de la arquitectura, se establecen los objetivos del sistema y el alcance de este. En la segunda fase se realiza una serie de iteraciones o ciclos sprint en los que se establece una lista de requerimientos llamada *product backlog*, y posterior a esto se analiza, diseña y desarrolla cada uno de los módulos de los que estará conformado el sistema, como se puede apreciar en la Figura 3. Cabe mencionar que el cliente o usuario final al que pertenecerá el sistema interviene en esta fase con la finalidad de añadir nuevos requerimientos o tareas y revisar los ya desarrollados de forma que exista una retroalimentación entre desarrolladores y usuarios finales y pulir el cierre del sprint.



Figura 3. Proceso de actividades que se desarrollan en un ciclo (Carrión Abollaneda, 2015).

En la última fase se concluye el proyecto, se compacta toda la documentación generada, esto incluye manuales de usuario del sistema, manuales técnicos del sistema, documentación de apoyo, y una vez completado se entrega el sistema y sus componentes a los usuarios finales o clientes.

En la Figura 4 se observan las tres fases de la metodología SCRUM.

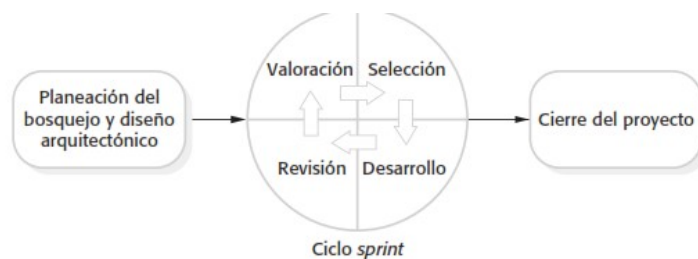


Figura 4. Interacción de las fases de la metodología SCRUM (Sommerville, 2016).

### Conclusiones

En este artículo, se describe la problemática principal del Área de Servicio Amigable ubicada dentro del C.A.A.P.S. Así también se realizó un análisis de la demanda de usuarios por jornadas y la cantidad de información que es registrada, de modo que la aplicación planteada satisfaga todos los requerimientos solicitados por las personas involucradas en el proyecto. Se propone una metodología de desarrollo ágil como SCRUM, debido a que se plantea el desarrollo de la aplicación dividida en módulos diferentes, de forma que se pueda mostrar avances de las diferentes partes por las que estará conformado, además de retroalimentar los requerimientos solicitados por cada módulo desarrollado.

Se analizan dos patrones de diseño de software para el desarrollo de la aplicación web, programación en capas y MVC, y se pretende utilizar la arquitectura MVC debido a que está mayormente orientada al desarrollo web, por lo que como posteriores trabajos se abordarán detalles de análisis y diseño de la aplicación aplicando este patrón de diseño en conjunto con la metodología SCRUM, esto mediante el desarrollo de diagramas UML pertinentes y que basado en estos se cubran los requerimientos especificados en los ciclos establecidos.

### Referencias

- Carrión Abollaneda, V. H. (2015). *Desarrollo de una aplicación web basada en el Modelo Vista Controlador para la gestión de las historias clínicas de los pacientes en el Centro de Salud de San Jerónimo*. Andahuaylas, Perú.
- Eslava, V. (2011). *El Nuevo PHP. Conceptos Avanzados*, Editorial. España: Bubok Publishing.
- Fernández, Y., & Díaz, Y. (2012). Patrón Modelo-Vista-Controlador. *Telem@tica*, Vol. 11, 47-57.
- Pressman, R. (2010). Diseño basado en patrones. En R. Pressman, *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico* (págs. 295-316).
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). *La Guía de Scrum*.
- Sommerville, I. (2016). Desarrollo ágil de Software. En *Ingeniería de Software* (págs. 72-74). Pearson.
- Vargas del Valle, R. J., & Maltes Granados, J. P. (s.f.). Programación en Capas. San José, Costa Rica.