

ARTICLE / INVESTIGACIÓN

Medi-Health: Sistema web de código abierto para el control de citas médicas e historiales médicos mediante la metodología de desarrollo OSCRUM

Medi-Health: Open-source web system for controlling medical appointments and medical records using the OSCRUM development methodology

Lucrecia Llerena^{1*}, Nancy Rodríguez¹, Rosa Llerena² and Luis Moreira¹

DOI. 10.21931/RB/2023.08.03.18

¹ Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

² Ministerio de Educación, Ecuador.

Corresponding author: lllerena@uteq.edu.ec

Resumen: Las herramientas digitales son parte esencial del desarrollo y progreso de la sociedad, incluso durante la emergencia sanitaria que atraviesa el mundo, permitiendo que las personas se comuniquen de forma remota y realizar diversas actividades. El presente trabajo de investigación se ha desarrollado luego de identificar las necesidades y carencias que enfrentan algunos centros médicos debido al desconocimiento de las ventajas que ofrecen los sistemas de información. El objetivo principal es desarrollar un sistema web que permita mejorar la interacción entre el médico y sus pacientes, proporcionando un servicio adecuado mediante la asignación y cancelación de citas médicas online. Además, el personal médico tendrá acceso en tiempo real a los historiales médicos. Para el desarrollo de este sistema web se utilizó la metodología OSCRUM para garantizar la efectividad y seguridad durante la implantación y mejora continua del sistema web. Asimismo, se aplicó la metodología SMS para la selección de literatura relevante. En la implementación del sistema web "Medi-Health" se obtuvo un sistema diseñado y desarrollado para mejorar las condiciones actuales de los centros médicos que no cuentan con un sistema de control de citas médicas en línea. Finalmente, en los resultados obtenidos a través de la evaluación de usuarios para este trabajo de investigación, se concluye que los sistemas web permiten mejorar la gestión del agendamiento de citas médicas y el registro del historial médico, optimizando significativamente el tiempo y mejorando la atención al paciente.

Palabras clave: Open source, OSCRUM, Web system, methodology, development, health.

Abstract: Digital tools are an essential part of the development and progress of society, even during the health emergency that the world is going through, allowing people to communicate remotely and perform various activities. The present research work has been developed after identifying the needs and deficiencies some medical centers face due to the lack of knowledge of the advantages offered by information systems. The main objective is to develop a web-based system to improve the interaction between the physician and his patients, providing adequate service by assigning and canceling medical appointments online. In addition, the medical staff will have real-time access to medical records. For the development of this web system, the OSCRUM methodology was used to guarantee effectiveness and security during the implementation and continuous improvement of the web system. Likewise, the SMS methodology was applied to the selection of relevant literature. In the performance of the "Medi-Health" web system, a system designed and developed to improve the current conditions of medical centers that do not have an online medical appointment control system was obtained. Finally, in the results obtained through the evaluation of users for this research work, it is concluded that web systems improve the management of medical appointment scheduling and the registration of medical history, significantly optimizing time and improving patient care.

Key words: Open source, OSCRUM, Web system, methodology, development, health.

Introducción

Los orígenes del software libre se remontan a fines de la década de 1940, cuando las computadoras se diseñaron como herramientas especializadas y de difícil acceso, y solamente aquellos con formación científica o técnica podían abrirse paso a esta nueva tecnología¹. Esta tecnología demandaba el desarrollo de software para dar vida al hardware de las computadoras. Los usuarios profesionales cumplían con la tarea de brindar este soporte, por lo que era

común intercambiar programas con código fuente gratuito para brindar apoyo mutuo. Este comportamiento se mantuvo hasta la llegada de las licencias de software ofrecidas por las grandes empresas².

En la última década, el software de código abierto ha empezado abrirse paso. Todo tipo de empresas empiezan a ver los beneficios de esta forma de TI (Tecnología de la Información), tales como: coste más económico, compati-

Citation: Llerena L, Rodríguez N, Llerena R, Moreira L. Medi-Health: Sistema web de código abierto para el control de citas médicas e historiales médicos mediante la metodología de desarrollo OSCRUM. *Revis Bionatura* 2023;8 (3) 18. <http://dx.doi.org/10.21931/RB/2023.08.03.18>

Received: 28 May 2023 / **Accepted:** 15 July 2023 / **Published:** 15 September 2023

Publisher's Note: Bionatura stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Copyright: © 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



bles con otros programas, se puede instalar en cualquier dispositivo ya que no está limitado el número de licencias. Además, tiene la posibilidad de realizar modificaciones favoreciendo así la creación de nuevos programas adaptados a las necesidades individuales de cada empresa y al diseño de nuevas funcionalidades.

Debido a su condición, el software de código abierto no tiene ningún tipo de obligación legal para protección y carece de garantías de seguridad, soporte o contenido, a pesar de que más del 85% de las empresas según Red Hat consideran que el open source empresarial es igual de seguro que el software propietario³. Otro argumento en contra del modelo open source, es el tema de la propiedad intelectual, ya que de las más de 200 licencias disponibles en el mundo open source, existen varias incompatibilidades, la más notoria está relacionada con el copyleft exige que si no existen cláusulas explícitas de compatibilidad de licencia no pueden compartirse. Por lo tanto, al contar con variedades de licencias, esto se torna negativo en el modelo open source para fusionar proyectos de este tipo. Por otro lado, cabe señalar que, al ser un código accesible, se publicarán sus vulnerabilidades, dejando a sus usuarios vulnerables a ataques de ciberdelincuencia.

Pero entonces ¿por qué utilizar software open source? Una de las principales razones es que es un software gratuito y de código abierto, lo que significa que cualquiera puede hacer que su proyecto esté disponible y definitivamente puede crecer si decide que varios colaboradores trabajen sobre esta base de código, brindando un mayor acceso a la herramienta¹. La comunidad open source es una de las más grandes del mundo, por lo que definitivamente se puede compartir fácilmente los proyectos con miles de personas. Además, el código abierto tiene costos de desarrollo más bajos que el software propietario, que debe usar personal dedicado para su tecnología y software a desarrollar, sin mencionar los costos de licencia e implementación¹.

Es por ello, que el objetivo principal es el desarrollo de un sistema web open source llamado "Medi-Health" mediante la metodología OSCRUM y que permita contribuir al campo de la medicina, teniendo en cuenta que los centros médicos procesan cantidades exorbitantes de información ya que interactúan diariamente con un gran número de personas entre el personal, doctores y pacientes. La confidencialidad y legalidad de esta información es esencial en cualquier establecimiento, por lo tanto, hoy en día es imprescindible que los archivos cuenten con servicios informáticos.

El principal motivo que tienen los hospitales (públicos o privados), es realizar sus operaciones más eficientes, esto debido al creciente número de pacientes, lo que lleva a la necesidad de que el personal sea más productivo. Dentro de los problemas que se ha investigado de estas instituciones es la pérdida de expedientes con la información de los pacientes, el tiempo que tarda en programar una cita y la atención hacia los pacientes muchas veces es lenta⁴. Además de las largas colas de esperas para este agendamiento de cita suele ser muy tedioso. Basados en esta problemática se propone el desarrollo de un sistema web open source, que permita automatizar los procesos como el agendamiento de citas médicas y crear historiales clínicos, todo esto con la finalidad de mejorar la gestión administrativa y brindar una excelente calidad de atención a los pacientes.

Este trabajo hace el siguiente aporte a la comunidad OSS, mediante la aplicación de la metodología de desa-

rollo OSCRUM para el desarrollo de un sistema web open source llamado "Medi-Health" enfocado en el área de la salud. Se identifican los problemas de desarrollo y se propone soluciones mediante la implementación de un sistema web con la finalidad de coordinar y mejorar el ingreso de la información de los diferentes procesos de la atención al paciente y agendamiento de citas médicas que son clave en la gestión de los centros médicos.

Materiales y métodos

En esta sección, se menciona los trabajos relacionados de nuestro interés que fueron obtenidos mediante la búsqueda de literatura⁵ y el método de desarrollo de software como es la metodología OSCRUM⁶.

Trabajos Relacionados

Algunos trabajos de investigación han reportado sobre desarrollos open source en el área de la salud que fueron identificados a partir de un mapeo sistemático de la literatura⁵. A continuación, presentamos los principales estudios que se considera que pueden contribuir significativamente al desarrollo de un sistema de open source.

En el trabajo presentado por Zueker *et. al.*⁷ se desarrolló una herramienta para mejorar el uso de los datos clínicos recopilados de forma rutinaria en los hospitales para facilitar análisis interactivos y fáciles de usar a los profesionales de la salud y a los administradores sobre los resultados del cáncer, los tratamientos y las tasas de supervivencia. Actualmente la aplicación web consta de cinco páginas, cada una de las cuales contiene las características y funciones que el personal médico del hospital ha identificado como importantes. En este estudio no se reporta una metodología de desarrollo de software

Según el trabajo de Aizaga-Villon *et. al.*⁸ se presenta una arquitectura informática denominada "FIWARE-based" para recolectar información del paciente a través de una aplicación web. El sistema propuesto tiene tres capas incluidas en el diseño: la capa de recolección de sensores, la capa de servicio inteligente y la capa de recursos de gestión médica. Además de considerar las principales características de un sistema inteligente, como la conectividad, el análisis de datos en tiempo real y la integración con diferentes dispositivos o tecnologías. Este sistema de telemedicina de bajo costo está disponible para las organizaciones de salud del sector público. En este estudio no se reporta una metodología de desarrollo de software.

En el trabajo de Pumar-Carreras *et. al.*⁹, se presenta un proyecto basado en código abierto el cual resulta bastante interesante por su aporte al área médica. Dentro del documento se especifica las herramientas para crear atlas de anatomía tridimensionales, todo esto en un sitio web completamente de código abierto. El estudio no reporta haber seguido una metodología de desarrollo para implementar este proyecto.

El software CardiacPBPK de código abierto creada por Tylutki *et. al.*¹⁰ tiene como objetivo predecir el perfil de las personas con respecto a los fármacos. Esto permitirá ayudar de manera potencial el riesgo de fracaso en fármacos debido a la cardiotoxicidad existente en los mismos. En este estudio no se reporta una metodología de desarrollo de proyectos open source.

Dentro del documento presentado por Kotoulas *et. al.*¹¹ se observa el diseño y la implementación virtual de un re-

gistro biomédico basado en la web, este sistema representa la propuesta para poder almacenar la información biomédica de pacientes y todos los procesos relacionados a esta operación. En este estudio no se reporta una metodología de desarrollo.

En el artículo presentado por Oliveira *et. al.*¹² se describe la presentación de una plataforma web dedicada al seguimiento de pacientes, diseñada para ser utilizada por profesionales de la salud. La aplicación se basa en React una biblioteca de JavaScript de código abierto para crear interfaces de usuario, además de tener una base de datos para el almacenamiento de la información de los pacientes. En este estudio no se reporta una metodología de desarrollo.

Basados en el mapeo sistemático de literatura, ninguno de los artículos citados explica la metodología de desarrollo que han aplicado para sus trabajos. Por lo que se considera que este trabajo será de gran utilidad en futuras investigaciones.

Metodología OSCRUM

El software open-source o de código abierto es mucho más que un simple software accesible al público y que puede ser aprovechado, copiado y modificado por terceros¹³. En las últimas décadas, el código abierto también se ha convertido en un método de trabajo y un movimiento de masas para la resolución de problemas. Sin embargo, dado que es un modelo de producción descentralizado, se basa en la revisión por pares (un proceso de control de calidad independiente) y las contribuciones de desarrolladores. El trabajo colaborativo es una de las principales características del software abierto¹.

Para el desarrollo de este sistema web se utilizó la metodología OSCRUM que es una modificación de la metodología de desarrollo ágil Scrum. La metodología Scrum es una metodología con características relevantes, tales como: entregas incrementales, colaboración y flexibilidad. Estas características de Scrum son adaptadas en la metodología OSCRUM para el desarrollo de proyectos open source, mediante un sistema jerárquico de actividades a ejecutar durante el ciclo de vida del proyecto, lo que permite al equipo de trabajo distinguir entre tareas prioritarias a realizar y otras que pueden esperar su desarrollo. El motivo de seleccionar OSCRUM como la metodología de desarrollo de este proyecto está relacionado con las actividades interactivas que apoyan el desarrollo de proyectos open source. Por lo tanto, la metodología OSCRUM logra posicionarse dentro del desarrollo de software como el enfoque más adecuado para proyectos de este tipo.

OSCRUM cuenta con tres pilares fundamentales, tales como: (i) Transparencia., (ii) Inspección y (iii) Adaptación⁶. Esta metodología motiva a los desarrolladores a basarse en cinco valores para el éxito de un proyecto, los cuales son: (i) Compromiso individual, (ii) Mente abierta, (iii) Ser altamente competente (iv) Enfocarse en la meta y (v) colaboración de los involucrados en el proyecto de desarrollos open source en el área de la salud⁶.

Actividades OSCRUM

Para el desarrollo y gestión del sistema open source "Medi-Health" se realizaron los 11 pasos en cada ciclo correspondiente a la metodología de desarrollo OSCRUM. (6), cómo se mencionan a continuación: (i) Identificar el problema y buscar voluntarios; (ii) Comunicarse con los principales contribuyentes para generar la lista de caracte-

rísticas del producto de software; (iii) Organizar una reunión de planificación de lanzamiento inicial; (iv) Plan de lanzamiento y estado del producto (Se han completado las primeras características); (v) Actualización de características; (vi) Probar el código fuente; (vii) Reportar errores; (viii) Contribuciones individuales pasan a integrarse, previamente aprobadas por el principal mantenedor del software; (ix) Reparación de problemas o errores creados son corregidos por colaboradores; (x) Aprobación de nuevas características (xi) Iteración del proceso.

Las actividades de la metodología OSCRUM, tales como: En primer lugar, *Product Feature Backlog* que es una lista donde están todas las correcciones de errores, las nuevas características, mejoras, cambios en las características existentes y otras iniciativas del software que el equipo a cargo debe priorizar y entregar para que el software cobre vida. En segundo lugar, *Sprint Planning*, que define qué se puede entregar en un sprint y cómo se conseguirá ese trabajo. La planificación de Sprint se realiza en colaboración con todo el equipo. En tercer lugar, *Sprint*, que es un período de tiempo establecido en el que el equipo trabaja para completar una cierta cantidad de trabajo. Finalmente, *Completed Product*, que es donde se realizan las etapas finales de la metodología OSCRUM como las pruebas, mantenimiento, actualización de características, mejoras, etc.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de todos los pasos de la metodología OSCRUM utilizada para el desarrollo del sistema web open source.

Tecnología utilizada para el desarrollo OSS

Para el desarrollo del sistema web open source "Medi-Health", se utilizaron herramientas de software que permiten la gestión y diseño de los diversos aspectos del Frontend y Backend, que se detalla a continuación: (i) *PostgreSQL*, que es un sistema de gestión de bases de datos Open Source, utiliza un modelo cliente/servidor y es multiplataforma. Una de sus características es que soporta diferentes tipos de datos y está orientada a datos. (14); (ii) *Angular*, es un framework open source desarrollado por Google para facilitar la creación y programación de aplicaciones web de una sola página, las webs SPA (Single Page Application). (15); (iii) *Node js*, que es un entorno de tiempo de ejecución de JavaScript, Es open source, multiplataforma y se ejecuta del lado del servidor; (iv) *Zarla*, es una herramienta en línea que crea logos sin la necesidad de contar con habilidades de diseño gráfico. Además, permite diseñar cientos de logos únicos y personalizarlos; (v) *Express*, que es un framework gratuito y de código abierto para Node.js. Tiene características, herramientas, plugins y paquetes que ayudan a simplificar los procesos de desarrollo¹⁶.

Resultados

En esta sección se reporta los resultados de la implementación de la metodología OSCRUM para desarrollar el sistema web así como el código fuente del sistema web open source "Medi-Health".

Estudio de Caso

OSCRUM fue la metodología idónea para poder llevar a cabo el desarrollo del sistema web open source. A continuación, se detalla las actividades para aplicar la metodología denominada OSCRUM en el desarrollo del proyecto open source Medi-Health:

Actividad	Criterio	Definición
1	Descubrimiento del problema y búsqueda de voluntarios	Un individuo o un grupo pequeño, realiza una lluvia de ideas para descubrir el problema.
2	Comunicación	Se realiza una reunión con los desarrolladores para la obtener las funcionalidades del software.
3	Reunión de planificación del lanzamiento inicial	Se realizó una reunión para la creación de los sprints y realizar las primeras funcionalidades.
4	Plan de lanzamiento y estado	Una vez terminada las principales funcionalidades se realiza un lanzamiento de prueba.
5	Actualización de características	Después del lanzamiento de prueba se actualizan las características del sistema
6	Probar Código Fuente	La comunidad puede probar el código fuente del sistema en un enlace al repositorio GitHub.
7	Reporte de Errores	Cuando la comunidad prueba el sistema realizan un reporte de errores para que los desarrollados lo corrijan.
8	Contribuciones de miembros externos al proyecto	Se espera que personas externas colaboren en las actualizaciones y nuevas características del sistema.
9	Reparación	Una vez obtenido el reporte de error por la comunidad se realiza la reparación para que el software no tenga ningún error.
10	Aprobación (Validación)	Se realiza una nueva evaluación para saber si el sistema tiene algún error, una vez validado su funcionalidad se procede a su aprobación.
11	Iteración	El proceso continuará de acuerdo con las modificaciones del backlog de las características del producto.

Tabla 1. Resumen de las actividades de la metodología OSCRUM.

Descubrimiento del problema y búsqueda de voluntarios

La aplicación de esta actividad arrojó como resultado cual era la problemática que se busca satisfacer: "Falta de aplicaciones de libre acceso para el agendamiento y gestión de citas médicas". Bajo este problema nos enfocamos en recopilar requisitos tanto funcionales como no funcionales, para ello se hizo uso de un blog (<https://lmoreirat.wixsite.com/website-1>) en el cual varios colaboradores pudieron expresar opiniones acerca de las funcionalidades del sistema. Este blog fue creado con el fin de recoger información de la comunidad open source (usuarios habituales de las herramientas open source que están registrados en la comunidad). Adicional a esto, se realizó una lluvia de ideas entre los miembros del equipo para satisfacer el resto de las funcionalidades que pasaron por alto los colaboradores. En la Figura 1 se muestra el blog creado para determinar los requisitos funcionales y no funcionales.

Comunicación

La ejecución de la actividad de descubrimiento del problema y búsqueda de resultados dio como resultado historias de usuario muy valiosas para el desarrollo del sistema web. Una vez obtenida toda esta información, se procedió

a procesar y guardar en forma de tablas con el objetivo de identificar mejor cuáles serán las funcionalidades principales, y los requisitos con los que contará el sistema web. Los requisitos y las funcionalidades del sistema se detallan en: <https://n9.cl/procesossoftware>.

Reunión de planificación del lanzamiento inicial

Una vez completadas las dos primeras actividades se realizaron reuniones para determinar las interfaces del sistema Medi-Health, la identificación de roles dentro del sistema y los primeros prototipos de las opciones que tendría el sistema open source. Usando la herramienta Wix se realizó un prototipo de alta fidelidad del sistema Medi-Health, como se muestra en la Figura 2. En el siguiente enlace se puede visualizar dicho prototipo, <https://lmoreirat.wixsite.com/website>.

Plan de lanzamiento y estado

En este paso las principales funcionalidades del sistema ya están listas para ser evaluadas. Asimismo, se plantea un lanzamiento del sistema para ser probado por usuarios. En la Tabla 2 para un mejor control del desarrollo del proyecto software se describen las funcionalidades del sistema web Medi-Health.

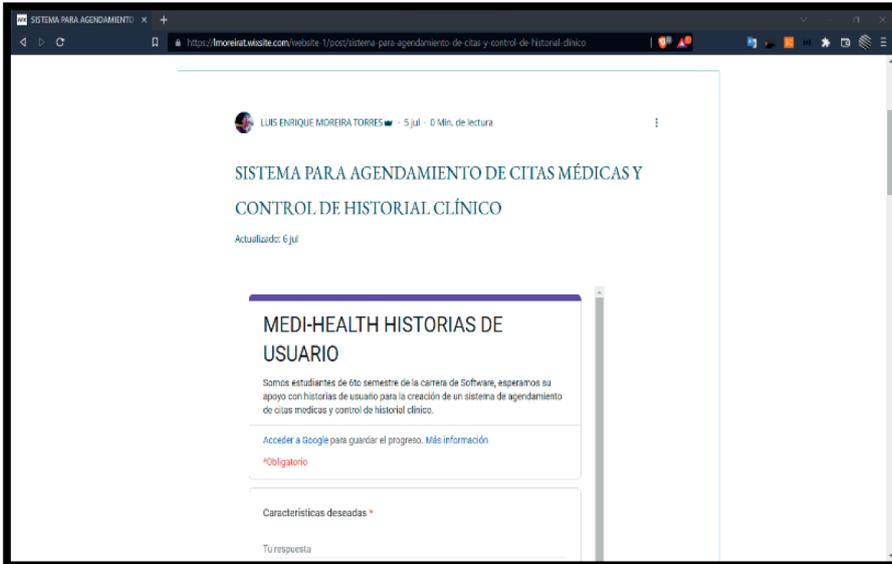


Figura 1. Blog en el cual se recolectaron historias de usuario para el sistema web Medi-Health.



Figura 2. Captura del prototipo de alta fidelidad de Medi-Health.

Actualización de características

Se actualizan las funcionalidades determinadas por el equipo encargado de realizar revisiones al sistema, con la finalidad de que estas características sean implementadas y que se pueda probar el código por usuarios en la siguiente actividad.

Probar Código Fuente

En este paso se realizó la prueba con evaluadores externos, para ello fue necesario desplegar la aplicación en el servidor gratuito Heroku mediante el siguiente enlace: <https://app-medica-oss.herokuapp.com>. Este link fue entregado a todos los evaluadores encargados de realizar las respectivas pruebas con las instrucciones de lo que debían realizar al encontrar inconsistencias dentro del sistema Medi-Health.

Reporte de Errores

Luego de probar el código fuente del sistema web Medi-Health, los evaluadores determinaron que existen varios errores e inconsistencias en el sistema, para ello, se les pidió que realizaran el registro de los errores encontrados en una plantilla. En la Figura 3 se muestra uno de los errores reportados que es el incumplimiento del diseño responsive

Medi-Health. En el enlace siguiente <https://n9.cl/proceso-software2> se encuentran los errores reportados Medi-Health por los evaluadores. En la carpeta de Google Drive se puede acceder a estas plantillas de errores e inconsistencias de Medi-Health: <https://n9.cl/errores>.

Contribuciones de los participantes del Proyecto

Se espera la participación de colaboradores en el repositorio publicado en GitHub (https://github.com/Lmore07/app_medica.git) para que puedan aportar con correcciones de los errores reportados o incluir nuevas funcionalidades. La persona encargada del repositorio en el equipo deberá proporcionar los permisos necesarios.

Reparación

Los errores que se presentaron durante la prueba con los evaluadores externos han sido corregidos en conjunto con el equipo de desarrollo, las características que fueron notificadas con errores se mejoraron, se añadieron validaciones en los campos de ingreso para mejorar estas funcionalidades.

Aprobación (Validación)

El miembro del equipo encargado de mantener el repositorio es el responsable de aprobar los cambios reali-

Requisito	Porcentaje de cumplimiento de funcionalidad
Pacientes	
Registrarse como paciente	100%
Agendar citas médicas	100%
Ver el listado de las citas médicas	100%
Editar datos de la cita médica	100%
Cancelar cita médica	100%
Ver información de citas	100%
Doctores	
Registrarse como doctor	100%
Agregar una historia clínica de un paciente	100%
Ver listado de las historias clínicas de los pacientes	100%
Buscar historias clínicas por número de cédula	100%
Podemos ver la información de la historia clínica	100%
Administrador	
Ver el listado de los usuarios pacientes	100%
Ver listado de los usuarios doctores	100%
Rechazar o aceptar el acceso a un usuario doctor	100%
Todos los usuarios	
Iniciar sesión	100%
Ver página de inicio	100%
Ver perfil	100%
Actualizar datos personales	100%

Tabla 2. Resumen de las funcionalidades del sistema Medi-Health.

zados por el resto de los miembros del equipo, y también uno todos los cambios a la rama principal (master branch), de esta forma se tiene el código actualizado y funcionando. Si existen colaboradores externos que aporten al código fuente también deberán ser aprobados por el encargado del repositorio.

Resultados del Estudio de Caso

Para el desarrollo del sistema web open source “Medi-Health” se implementó una modificación de la metodología de desarrollo ágil Scrum llamada OSCRUM. El objetivo principal de la metodología OSCRUM es trabajar de manera colaborativa con los usuarios. Para ello, se implementó un artefacto web (blog) para que los usuarios publiquen su historia de usuario. Esta información sirve para su posterior análisis, procesamiento y clasificación de lo que debe y no hacer el sistema. Es decir, se determinan los requisitos funcionales y no funcionales del sistema web Medi-Health. Además, se realizó un análisis competitivo de los programas informáticos enfocados al agendamiento y control de citas médicas e historias clínicas. También se realizó una lluvia de ideas con el equipo a cargo del desarrollo del sistema web y una entrevista a una profesional de la salud. Por otra parte, se realizó un estudio de mapeo sistemático (SMS) para la selección de la literatura a fin de tener bases para el desarrollo de la investigación. Es así como, las propuestas dadas por los propios desarrolladores de software

open source enfocados en el área de la salud fueron de gran ayuda.

Los resultados obtenidos en la implementación del sistema web “Medi-Health” están basados en los requerimientos que se indicaron en el levantamiento del proyecto, obteniendo un sistema web open source que está diseñado y desarrollado para mejorar las condiciones actuales de los centros médicos que no cuentan con un sistema de control de citas médicas en línea e historias clínicas, y con total garantía del manejo de entornos gráficos de fácil uso para los usuarios. Se crearon tres roles diferentes: Administrador, Paciente y Médico, con el propósito que cada usuario realice su respectivo proceso de autenticación y puedan acceder a los diferentes módulos. Al registrarse como doctor su usuario tendrá que pasar a revisión donde el administrador aceptará o rechazará su solicitud para que tenga acceso al sistema. La seguridad en el sistema web será gestionada por los administradores para así realizar el mantenimiento pertinente como consultar las bases de datos y registros de acceso. En el proceso de agendamiento de citas médicas, el sistema web proporciona la disponibilidad de horarios y servicios que ofrece el centro médico. En el módulo de la historia clínica el doctor con solo ingresar el número de identificación, la información será completa sin la preocupación que se pierda algún documento o formato llenado por el médico.

Con el desarrollo del sistema web open source “Me-

di-Health” se logra mejorar la atención al paciente, obteniendo beneficios que ayudan al control del agendamiento de citas médicas y administrar el historial clínico agilizando la atención a sus pacientes. En este trabajo de investigación se analizaron los factores relacionados a la atención médica con el objetivo de optimizar la atención al paciente de manera muy eficiente y rápida, lo que resulta en un mejor control de la historia clínica del paciente. Se empleó un sistema de agendamiento de citas médicas en línea denominado Medi-Health para que los pacientes puedan ac-

ceder de forma sencilla y amigable al seleccionar sus citas en las distintas especialidades que se ofrece en el centro médico.

Implementación del sitio web open source Medi-Health

En la Figura 4 se muestra la interfaz final de la página de inicio que posee el sistema web open source Medi-Health. En la Figura 5 se muestran las interfaces finales del registro de los tipos de usuario (paciente, médico) que posee el sistema web Medi-Health.

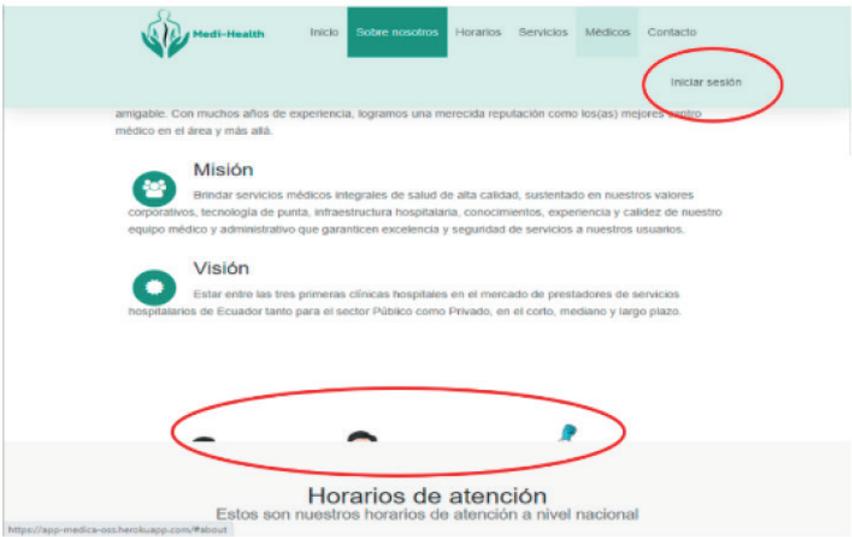
ID PROBLEMA:	P-001
TITULO DESCRIPTIVO DEL PROBLEMA:	El Sistema Web no cumple con un diseño responsive
DESCRIPCIÓN:	 <p>El sistema web no cumple con un diseño responsive, como visualizamos en la imagen los circulitos rojos, el botón no estaría en la barra principal se desplaza a la parte de abajo y la imagen solo se ve un 10%, se la coloca o se la desaparece.</p>
NOMBRE:	Responsive
FECHA:	03/09/2022
ESTADO:	Abierto
PROYECTO AL QUE PERTENECE:	Grupo 2 - Medi-Health

Figura 3. Ejemplo de reporte de errores del sistema web Medi-Health.

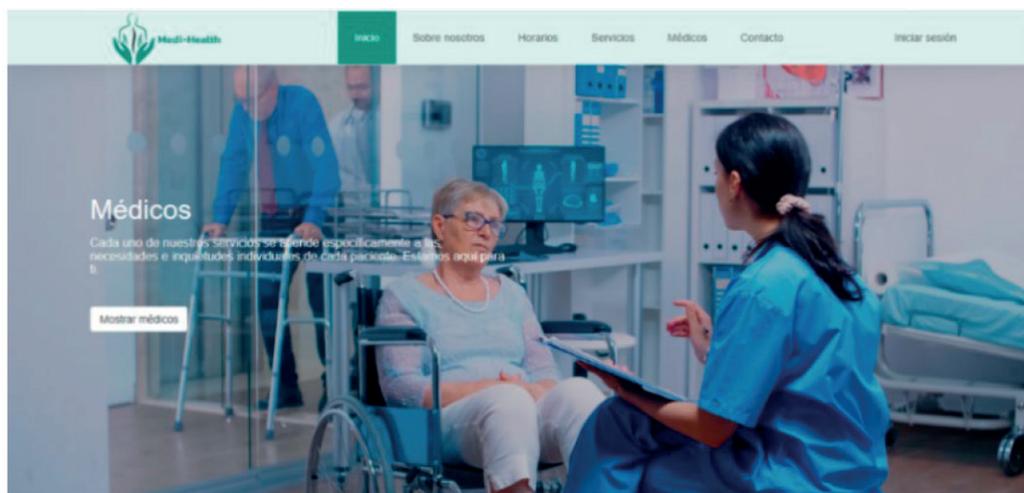


Figura 4. Página de Inicio de Medi-Health

En la Figura 6 se presenta un mensaje de información de una cita médica que ya ha sido agendada por el médico encargado.

En la Figura 7 se presenta la interfaz final del agendamiento de citas médicas por parte de un paciente.

En la Figura 8 se muestran las interfaces que listan los usuarios (médicos, pacientes) en el sistema web Medi-Health.

Código Fuente

Medi-Health es un sistema web open source, por tal motivo el código fuente está disponible en un repositorio público de GitHub, para todos los usuarios interesados en

colaborar en la evolución del sistema pueden encontrarlo en el siguiente enlace: https://github.com/Lmore07/app_medica.

Discusión

Los resultados están basados en los objetivos que se indicaron en el levantamiento de información del proyecto, se logró optimizar de una mejor manera el control de agendamiento de citas médicas a través del sistema web y facilitar de una manera más rápida la búsqueda de la información de un paciente. Además, se crearon tres tipos de

REGISTRO DE DOCTOR

←Página principal

Nombres:

Apellidos:

Dirección:

Fecha Nacimiento:

Cédula de identidad:

Teléfono:

Especialidad:

Fecha de ingreso:

Correo electrónico:

Contraseña:

REGISTRARSE

¿Te equivocaste de registro? [Regresar](#)

¿Ya tienes un perfil personal? [Iniciar sesión](#)

REGISTRO DE PACIENTE

←Página principal

Nombres:

Apellidos:

Dirección:

Fecha Nacimiento:

Cédula de identidad:

Teléfono:

Correo electrónico:

Contraseña:

REGISTRARSE

¿Te equivocaste de registro? [Regresar](#)

¿Ya tienes un perfil personal? [Iniciar sesión](#)

Figura 5. Registro de médico y paciente del sistema Medi-Health.

LISTADO DE HISTORIAS CLÍNICAS

Información de Cita

Motivo:

Diagnóstico:

Observaciones:

Medicamento	Cantidad	Descripción
Paracetamol 500g	5	Una cada 4 horas

Entendido

N° Expediente	Cédula	Estado de Cita	Acciones
15	1251124037	PENDIENTE	
13	0999999999	ATENDIDO	<input type="button" value="🔄"/>

Figura 6. Información de cita médica de un paciente del sistema Medi-Health.

AGENDAR CITA MÉDICA



◀ Volver al menú

Cédula de identidad <input type="text" value="1251124037"/>	Nombres <input type="text" value="Michell"/>
Apellidos <input type="text" value="Aviles"/>	Edad <input type="text" value="22"/>
Tipo de consulta <input type="text" value="Selecciona un tipo de consulta"/>	Fecha de la cita <input type="text" value="dd/mm/aaaa"/>
Hora <input type="text" value="--:00"/>	Médico <input type="text" value="Selecciona un médico"/>

Figura 7. Agendamiento de cita médica del sistema Medi-Health.

LISTADO DE MÉDICOS

Nº de Cédula	Nombres	Apellidos	Especialidad	Dirección	Cédula	Correo Electrónico	Acciones
1207162700	tommy	apollinaro	Medicina General	san carillo	0953219939	topollinaro@ufeq.edu.ec	✖
1234912345	Erika	Bizaro	Pediatría	7 de Octubre	1234512345	erika@gmail.com	✖
9832734135	Johanna	Chiraga	Ginecología	1ro de Mayo	9939567982	jchiraga@ufeq.edu.ec	✖
1256022237	Susan	Aviles	Dermatología	San Carlos	990222234	msusan@gmail.com	✖
1207902396	Paola	Zambano	Traumatología	Valencia	9891342568	diana.avilesc@gmail.com	✖
970061519	Jimmy	Lopez	Medicina General	Teniente	9891427576	jimmylopezcastanante@hotmail.com	✖
976961604	new	medico	Medicina General	city Quevedo	9991427970	medicosagundo@hotmail.com	✖
976961602	medico	tercero	Traumatología	City Quevedo	9991427970	medicoterero@hotmail.com	✖

LISTADO DE USUARIOS

Nº de Cédula	Nombres	Apellidos	Dirección	Cédula	Correo Electrónico	Acciones
1232141031	Diana	Aviles	San Carlos	243243243	diana.diana30@hotmail.com	✖
1251124037	Michell	Aviles	San Carlos	999011234	msusan@gmail.com	✖
096666669	Nancy	RODRIGUEZ	Mataro 15	121456789	nancy@ufeq.edu.ec	✖
1234567890	Jimmy	Busta	Barrío Teniente Ugarte	0123456789	bustazonta@hotmail.com	✖
0957249630	Diana	Aviles	Patricio Pilar	0991910499	avilesnata@gmail.com	✖

Figura 8. Listado de usuarios registrados en el sistema Medi-Health.

roles para el sistema web (Administrador, Paciente y Médico) con el objetivo de hacer que cada usuario pase por su propio proceso de autenticación.

Como resultados de la aplicación de la metodología OSCRUM empleada para la implementación de sistema web open source podemos mencionar: En primer lugar, el desarrollo y diseño que tiene como objetivo mejorar las condiciones actuales del sistema de control de citas médicas haciendo uso del sistema web, asegurando la facilidad de interacción para el usuario. En segundo lugar, la seguridad en el sistema web será gestionada por los administradores para así realizar el mantenimiento pertinente como consultar las bases de datos y registros de acceso. En tercer lugar, para la Agenda Médica donde se llevará el control de las citas médicas, el sistema web proporciona la disponibilidad de horarios y servicios que ofrece el centro médico. En cuarto lugar, mayor rapidez en tener la historia clínica con solo ingresar el número de identificación, la información será completa sin la preocupación que se pierda algún documento o formato llenado por el médico. Finalmente, se obtuvo el apoyo de la comunidad de estudiantes de la carrera de ingeniería de software mediante el blog donde redactaban sus historias de usuario.

Las principales mejoras que se pueden realizar a futuro para complementar las funcionalidades del sistema web

open source son 3: Primero, permitir al paciente consultar directamente con su especialista mediante un correo o chat privado. Segundo, permitir al paciente recibir una notificación si una cita ha sido cancelada por parte del administrador del sistema. Tercero, agregar un módulo de facturación que permita al paciente realizar sus pagos una vez seleccionada la cita médica.

Conclusiones

El objetivo de la presente investigación consiste en realizar un sistema web open source enfocado en el área de la salud, mediante la metodología de desarrollo OSCRUM que cuenta con 11 pasos a seguir. Además, permite aplicar un plan de gestión, para garantizar la efectividad y seguridad al desarrollar un software de calidad.

El desarrollo de este sistema web open source llamado "Medi-Health" permite la administración de historias clínicas de los pacientes, proceso que anteriormente era llevado a cabo en papel debido a que no se contaba con un sistema web para realizar esta gestión. Para ello, fue necesario identificar las necesidades y dificultades que se tienen en los procesos de gestión manual de la documentación en los centros médicos.

La función principal del sistema web es el de gestionar el control de agendamiento de citas médicas con la respectiva información del paciente. El personal médico puede acceder a la historia clínica de un paciente utilizando sus credenciales, y permite a los administradores gestionar a los usuarios registrados en el sistema web. Además, se brinda opciones que permiten a los usuarios ingresar y actualizar sus datos mediante el registro del usuario.

La evaluación del sistema web open source "Medi-Health" que se realizó con los usuarios se registró en una plantilla, específicamente todos los errores encontrados en el sistema. Los desarrolladores a cargo de la creación del sistema analizaron y buscaron soluciones para que estas características se puedan implementar en el sistema web.

Dado los resultados de la implementación del sistema web open source "Medi-Health" se concluye, que este sistema facilita la asignación y cancelación de citas médicas en línea, evitando así colas interminables en consultorios o esperas en líneas telefónicas. Además, el personal médico cuenta con el historial clínico de los pacientes en tiempo real agilizando así de manera más efectiva y rápida la atención a sus usuarios.

Para futuros trabajos se buscará emplear nuevos artefactos OSS que puedan adaptarse a la metodología de desarrollo OSCRUM para emplear todos los procesos realizados en esta investigación.

Contribuciones de los autores

1) Contribuciones sustanciales a la concepción, metodología, diseño, adquisición de datos, análisis e interpretación de datos: LLL, NR, RLL, LM. 2) Software y validación: LLL, NR, RLL, LM. 3) Redacción-preparación del borrador original: LLL, NR, RLL, LM. 4) Aprobación final de la versión a publicar: LLL, NR, RLL, LM. 5) Acuerdo para actuar como garante del trabajo: LLL, NR, RLL, LM. Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por la Dirección de Investigación de la Universidad Técnica del Estado de Quedo.

Conflictos de Interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Referencias bibliográficas

1. Barahona, J. G., Pascual, J. S. & Robles, G. Introducción al software libre. (2003).
2. Muicela, J. P. M. & Jaigua, O. A. M. Definición de metodología para la implementación de Software Libre y Open Source en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. at <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/423> (2010).
3. Hat, R. ¿Qué es el open source? at <https://www.redhat.com/es/topics/open-source/what-is-open-source> (2019).
4. Gómez, P. & Rivera, J. Un problema social: tiempos de espera en la consulta externa del Hospital Carlos Andrade Marín. *Estud. la Gestión. Rev. Int. Adm.* 121–146 (2019) doi:10.32719/25506641.2019.5.5.
5. Kitchenham, B. A., Budgen, D. & Brereton, O. P. Using mapping studies as the basis for further research - A participant-observer case study. *Inf. Softw. Technol.* 53, 638–651 (2011).
6. Rahman, S. et al. OSCRUM: A Modified Scrum for Open Source Software Development. 1–7 doi:10.5013/IJSSST.a.19.03.20.
7. Zucker, K., Wagstaff, M., Tomson, C., Beecham, R. & Hall, G. AuguR: A Scalable Open-Source Interactive Web Application for Routinely Collected Data. (2022) doi:10.3233/SHTI220177.
8. Aizaga-Villon, X., Alarcon-Ballesteros, K., Cordova-Garcia, J., Sanchez Padilla, V. & Velasquez, W. FIWARE-based Telemedicine Apps Modeling for Patients' Data Management. *IEEE Eng. Manag. Rev.* 50, 173–188 (2022).
9. Pumar-Carreras, N. et al. Affordable Custom Three-Dimensional Anatomy Atlases. 2019 IEEE Glob. Humanit. Technol. Conf. GHTC 2019 0–7 (2019) doi:10.1109/GHTC46095.2019.9033044.
10. Tylutki, Z., Szlęk, J. & Polak, S. CardiacPBPK: A tool for the prediction and visualization of time-concentration profiles of drugs in heart tissue. *Comput. Biol. Med.* 115, 4–9 (2019).
11. Kotoulas, A., Lambrou, G. & Koutsouris, D. D. Design and virtual implementation of a biomedical registry framework for the enhancement of clinical trials: colorectal cancer example. *BMJ Heal. Care Informatics* 26, (2019).
12. Oliveira, D., Duarte, J., Abelha, A. & Machado, J. Improving nursing practice through interoperability and intelligence. *Proc. - 2017 5th Int. Conf. Futur. Internet Things Cloud Work. W-FiCloud 2017 2017-Janua*, 194–199 (2017).
13. Urra, C. V., Danilo, R. L. & Castro, S. O. Introducción: Software libre y código abierto: experiencias innovadoras en bibliotecas y centros de información. *Palabra Clave* 8, (2018).
14. Ordóñez, M. P. Z., Ríos, J. R. M. & Castillo, F. F. R. Administración de base de datos con PostgreSQL. (2017). doi:<https://www.3ciencias.com/libros/libro/administracion-bases-datos-postgresql/>.
15. ¿Qué es Angular y para qué sirve? at <https://www.qualitydevs.com/2019/09/16/que-es-angular-y-para-que-sirve/>.
16. Geek, E. Qué es Express.JS y primeros pasos. at <https://if-geekthen.nttdata.com/es/que-es-expressjs-y-primeros-pasos> (2021).