

Universidad Siglo 21



Trabajo Final de Graduación. Prototipado Tecnológico

Carrera: Ingeniería en Software

Sistema de monitoreo y gestión de rutinas médicas para pacientes crónicos

Profesor: Jorge Humberto Cassi

Autor: Malaquías David Dejtjar

Legajo: SOF-01310

Córdoba, julio de 2023

Resumen

Este trabajo presenta el desarrollo de una aplicación web y móvil destinada a mejorar la atención médica de pacientes crónicos mediante el seguimiento personalizado de sus tratamientos. La plataforma permite a los profesionales de la salud registrar historias clínicas, controlar signos vitales, monitorear el avance terapéutico y programar rutinas de medicación. A su vez, los pacientes pueden visualizar y cumplir su calendario de toma de medicación a través de una aplicación móvil sincronizada con las indicaciones del médico.

La solución se diseñó utilizando metodologías ágiles, empleando JavaScript y React en el desarrollo, y Firebase como plataforma serverless para la gestión de datos, autenticación y notificaciones. La implementación logró optimizar los tiempos de consulta, mejorar la adherencia al tratamiento y ofrecer a los profesionales herramientas para ajustar los planes terapéuticos en función del cumplimiento del paciente. Este proyecto permitió validar una solución tecnológica aplicable en contextos reales de atención médica, aportando además una instancia formativa en el diseño, planificación y ejecución de proyectos de desarrollo con impacto en la salud digital.

Palabras clave: adherencia al tratamiento, pacientes crónicos, monitoreo médico, aplicación web, salud digital.

Abstract

This project presents the development of a web and mobile application designed to improve the medical care of chronic patients through personalized treatment monitoring. The platform enables healthcare professionals to record medical histories, monitor vital signs, track treatment progress, and schedule medication routines. Patients, in turn, can access and follow their medication calendar via a mobile app synchronized with their physician's prescriptions.

The solution was developed using agile methodologies, with JavaScript and React as the main technologies, and Firebase as a serverless platform for data management, user authentication, and notifications. The implementation successfully optimized consultation times, improved treatment adherence, and provided healthcare professionals with tools to adjust treatment plans based on patient compliance. This project validates a technological solution applicable in real healthcare contexts and served as a valuable learning experience in the design, planning, and execution of development projects within the field of digital health.

Keywords: treatment adherence, chronic patients, medical monitoring, web application, digital health.

Índice

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Índice.....	3

Índice de Tablas.....	4
Índice de Imágenes.....	5
Título.....	6
Introducción.....	6
Antecedentes.....	6
Descripción Del Área Problemática.....	7
Justificación.....	8
Objetivo General Del Proyecto.....	9
Objetivos Específicos Del Trabajo.....	9
Marco Teórico Referencial.....	10
Dominio Del Problema.....	10
TICs (Tecnología de la Información y Comunicación).....	10
JavaScript.....	11
Firebase.....	11
Competencia.....	13
Diseño Metodológico.....	14
Relevamiento.....	16
Estructural.....	16
Funcional.....	17
Proceso De Negocios.....	19
Diagnóstico y Propuesta.....	20
Diagnóstico.....	20
Propuesta.....	23
Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo.....	23
Objetivos Del Prototipo.....	23
Límites.....	23
Alcance.....	24
No contempla.....	24

Descripción del Sistema.....	25
Product Backlog.....	25
Historias de Usuario.....	26
Sprint Backlog.....	31
Estructura De Datos.....	36
Prototipos De Interfaces De Pantallas.....	37
Diagrama Arquitectura.....	39
Seguridad.....	41
Análisis de costos.....	45
Análisis de Riesgos.....	48
Conclusiones.....	55
Demo.....	56
Referencias.....	56
Anexos.....	57

Índice de Tablas

Tabla 1: Planificación de actividades. Fuente: elaboración propia	13
Tabla 2: Relevamiento estructural. Fuente: elaboración propia	15
Tabla 3: Prescribir medicación médica. Fuente: elaboración propia.....	18
Tabla 4: Tratamiento del paciente. Fuente: elaboración propia.....	18
Tabla 5: rutina de medicamentos. Fuente: elaboración propia.....	18
Tabla 6: seguimiento del paciente. Fuente: elaboración propia.....	19
Tabla 7: consultar historia clínica del paciente. Fuente: elaboración propia.....	19
Tabla 8: Product Backlog. Fuente: elaboración propia.....	22
Tabla 9: Registro de Médicos Fuente: elaboración propia.....	26
Tabla 10: Inicio y cierre de sesión. Fuente: elaboración propia.....	22
Tabla 11: Carga de paciente. Fuente: elaboración propia.....	23
Tabla 12: Carga de historial médico. Fuente: elaboración propia.....	23

Tabla 13: Creación de rutina de tratamiento. Fuente: elaboración propia.....	24
Tabla 14: Sincronización con app móvil. Fuente: elaboración propia.....	25
Tabla 15: Seguimiento del paciente. Fuente: elaboración propia	25
Tabla 16: Alertas por incumplimiento. Fuente: elaboración propia.....	26
Tabla 17: Panel monitoreo de pacientes. Fuente: elaboración propia.....	26
Tabla 18: Sprint 1. Fuente: elaboración propia.....	27
Tabla 19: Sprint 2. Fuente: elaboración propia.....	28
Tabla 20: Sprint 3. Fuente: elaboración propia.....	29
Tabla 21: Sprint 4. Fuente: elaboración propia.....	30
Tabla 22: Costos de Recursos Humanos. Fuente: elaboración Propia.....	40
Tabla 23: Costos de hardware e infraestructura. Fuente: elaboración Propia.....	41
Tabla 24: Costos totales. Fuente: elaboración Propia.....	42
Tabla 25: Análisis de riesgos. Fuente: elaboración propia.....	43
Tabla 26: Matriz de evaluación de riesgo. Fuente: elaboración propia.....	44
Tabla 27: Plan de contingencia. Fuente: elaboración propia.....	45

Índice de Imágenes

Imagen 1: Diagrama de Gantt. Fuente elaboración propia.....	14
Imagen 2: Procesos genéricos. Fuente: elaboración propia.....	17
Imagen 3: Diagrama No-SQL. Fuente: elaboración propia.....	31
Imagen 4: Pantalla de inicio de sesión. Fuente: elaboración propia.....	32
Imagen 5: Pantalla de gestión del paciente. Fuente: elaboración propia.....	32
Imagen 6: Pantalla de gestión de rutina. Fuente: elaboración propia.....	33
Imagen 7: Pantalla de historial médico. Fuente: elaboración propia.....	33
Imagen 8: Diagrama de arquitectura. Fuente: elaboración propia.....	34
Imagen 9: Contraseña. Fuente: elaboración propia.....	38

Título

Sistema de monitoreo y gestión de rutinas médicas para pacientes crónicos

Introducción

Aunque la medicina moderna nos brinda fármacos eficaces al momento de combatir las enfermedades, su potencial no podría maximizarse si existen factores como el incumplimiento por parte de los pacientes, a las instrucciones del profesional de la salud. Brown y Russell, exponen que; “...algunos los pacientes no toman sus medicamentos de acuerdo con las indicaciones, esto no solo puede perjudicar los resultados del tratamiento, sino que, también complica el trabajo del profesional al momento de prescribir un tratamiento de dosis y frecuencia adecuada” (Brown y Russell, 2011)

En este contexto, el desarrollo de un software de gestión de rutinas médicas para tratamientos crónicos mejora la adhesión del paciente y ayuda al profesional de la salud a administrar el tratamiento de manera más eficaz. Este software permite a los pacientes y profesionales médicos programar recordatorios de medicación y citas, así como realizar un seguimiento detallado de los tratamientos.

Además, el software dispone de herramientas de análisis de datos para ayudar a los profesionales médicos a tomar decisiones informadas y mejorar la eficacia de los tratamientos y al mismo tiempo tratar de minimizar los efectos adversos propios de la farmacoterapia.

Antecedentes

Se ha identificado que hay un segmento significativo de pacientes que no emplean herramientas de gestión para sus rutinas médicas. Una encuesta del 2016 realizada por Popit Research Labs, indica que aproximadamente el 3 de cada 5 personas no utilizan ninguna herramienta para gestionar la ingesta de sus medicamentos. (Popit Research Labs, 2020).

Un estudio realizado por BMJ Journals, reportó una mejoría del 7,2% en el cumplimiento de la farmacoterapia en aquellos pacientes que utilizaron una App para ayudarles a recordar su rutina. (Santo K, Singleton A , Rogers K , et, 2019).

En una encuesta se les preguntó a los pacientes qué opinaban sobre la utilización de un sistema informático como recordatorio de la ingesta de medicamentos, el 45%

respondió que cuentan con una herramienta y le resulta útil mientras solo el 22% tuvo una opinión negativa sobre este método. (Amanda J, 2020).

Como señalan Cutler y Fernandez . “Tomas erróneas e incumplimiento causan un notable efecto negativo en materia de costo al sistema de salud” (Fernandez J, Culter A, 2018) por lo que el interés en una herramienta efectiva podría venir no solo de los pacientes y médicos sino también desde los proveedores de salud que se podrían ver beneficiados económicamente.

Descripción Del Área Problemática

Un estudio con datos de tres décadas sugiere que el incumplimiento de los pacientes con sus rutinas médicas lleva a una tasa de mortalidad 26% superior comparado con los pacientes que logran cumplir con su rutina (DiMatteo, M. R., Giordani, P. J., Lepper, H. S., & Croghan, T. W. 2002)

Uno de los métodos más utilizados para mejorar la eficiencia en los tratamientos médicos es disponer de un asistente (enfermero/a o cuidador) que suministre los medicamentos a las horas indicadas. La contratación de asistentes médicos 24/7 demanda mucho dinero y labor humana.

Debido a esto, el desarrollo de un sistema que aborde esta problemática podría agregar un valor significativo a la calidad de vida de los pacientes y mejorar la eficiencia del sistema de salud.

El desarrollo del sistema tiene en cuenta tres actores principales, cada uno con sus propias preocupaciones e intereses. Por lo que se analiza la situación desde el punto de vista de cada uno.

En primer lugar, se considera a aquellos pacientes que, por diversas razones, no logran cumplir con las instrucciones proveídas por el profesional de la salud.

En segundo lugar, se considera a los profesionales de la salud, quienes a menudo carecen de visibilidad sobre el grado de cumplimiento del paciente con el régimen de medicación.

Finalmente, los proveedores de servicios de salud como las obras sociales y las mutuales pueden estar desperdiciando recursos en cobertura de medicamentos que, en el mejor de los casos, posiblemente no se adecuan a las necesidades del afiliado y, en el peor de los casos, hasta podría incurrir en gastos adicionales si el tratamiento (o el incumplimiento de este) genere mayores complicaciones en el estado de salud del afiliado.

Justificación

El cumplimiento adecuado de tratamientos médicos representa un desafío persistente en el ámbito de la salud, especialmente entre pacientes crónicos y adultos mayores. La práctica habitual implica que los pacientes se autoadministren la medicación siguiendo instrucciones verbales o escritas, o bien recurran a cuidadores o personal de enfermería. Sin embargo, estas alternativas presentan limitaciones: las primeras dependen de la memoria y la comprensión del paciente, y las segundas resultan costosas e inaccesibles para gran parte de la población.

Esta problemática se agrava en pacientes polimedicados, quienes deben recordar múltiples dosis, horarios y combinaciones de medicamentos, elevando significativamente el riesgo de errores, olvidos o abandonos del tratamiento. Si bien existen herramientas aisladas como alarmas programables o pastilleros organizadores, estas soluciones no contemplan el seguimiento clínico ni permiten a los profesionales monitorear la adherencia en tiempo real.

En este contexto, el desarrollo de una aplicación integrada que centralice la gestión de tratamientos representa una innovación significativa tanto en términos tecnológicos como asistenciales. Esta solución permite a los médicos definir pautas de medicación personalizadas, generar recordatorios automáticos, y recibir retroalimentación directa sobre el cumplimiento por parte de los pacientes. A su vez, ofrece a los usuarios una herramienta sencilla y precisa para seguir sus rutinas, sin posibilidad de modificar indicaciones médicas, lo que mejora la adherencia y reduce errores.

Desde el punto de vista tecnológico, el proyecto incorpora un enfoque serverless con herramientas modernas como React y Firebase, lo que facilita su escalabilidad y mantenimiento. Además, el sistema aplica buenas prácticas de seguridad, respaldo de información y notificaciones inteligentes, garantizando su viabilidad técnica y operativa.

En términos de impacto social, la solución contribuye a mejorar la calidad de vida de los pacientes crónicos, previene complicaciones evitables, y optimiza el tiempo de consulta médica. Para los prestadores de salud, representa una oportunidad para reducir costos asociados a tratamientos ineficaces, reconsultas y hospitalizaciones evitables, mejorando así la eficiencia del sistema.

Objetivo General Del Proyecto

Desarrollar una plataforma tecnológica compuesta por una aplicación web para profesionales médicos y una aplicación móvil para pacientes crónicos, que permita mejorar la atención médica, reducir los tiempos de consulta y optimizar el seguimiento del tratamiento mediante la programación, monitoreo y control de rutinas de medicación.

Objetivos Específicos Del Trabajo

- Diseñar una aplicación web que permita a los profesionales de la salud gestionar pacientes, cargar historias clínicas y generar rutinas de medicación personalizadas.
- Investigar cómo interactúan los pacientes crónicos con los profesionales médicos y con los sistemas de gestión de tratamientos, para identificar necesidades funcionales clave.
- Desarrollar una aplicación móvil que permita a los pacientes visualizar su rutina de medicación, recibir alertas automatizadas y registrar el cumplimiento diario de las tomas.
- Integrar ambas aplicaciones mediante una API que permita la sincronización bidireccional de datos, asegurando la actualización en tiempo real de la información médica y del estado del tratamiento.
- Establecer un sistema de monitoreo para que el profesional de la salud reciba alertas y reportes sobre el grado de cumplimiento del tratamiento por parte del paciente.

Marco Teórico Referencial

Dominio Del Problema

El tratamiento de enfermedades crónicas con frecuencia implica el uso de farmacoterapia, definida como el tratamiento con sustancias no alimenticias, destinadas a prevenir, diagnosticar, tratar o aliviar síntomas de enfermedades o condiciones anormales (Instituto Nacional del Cáncer, 2021).

Diversos estudios muestran que los errores relacionados con la medicación generan un elevado impacto económico y sanitario. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el costo global asociado a errores de medicación asciende a

42.000 millones de dólares anuales (OMS, 2017). En Estados Unidos, la falta de adherencia a los tratamientos farmacológicos es responsable de aproximadamente el 50% de los tratamientos fallidos, 125.000 muertes al año y un 25 % de las hospitalizaciones (US Pharmacist, 2018).

Está comprobado que el uso de recordatorios electrónicos mejora la adherencia, especialmente cuando los recordatorios se emiten en momentos estratégicos (Liebert, 2009). En este sentido, la adopción de herramientas digitales, como las aplicaciones móviles de salud (mHealth), puede desempeñar un papel clave. De acuerdo con estudios recientes, se espera que el desarrollo de aplicaciones de mayor calidad permita a los pacientes asumir un rol más activo en el control de sus tratamientos, al tiempo que fortalece la colaboración entre pacientes y profesionales de la salud (Backes et al., 2021).

TICs

La selección de tecnologías para este proyecto tuvo como criterio principal la eficiencia en costos y tiempos de desarrollo, priorizando herramientas que permitieran una rápida implementación sin sacrificar escalabilidad ni seguridad.

JavaScript

JavaScript fue inicialmente concebido como un lenguaje para añadir interactividad a las páginas web. Con el tiempo, su ecosistema ha evolucionado hasta convertirse en un lenguaje robusto, orientado tanto al desarrollo del lado del cliente como del servidor (Flanagan, 2020).

Entre sus principales ventajas se destacan:

Puede utilizarse tanto para el desarrollo frontend como backend, gracias a tecnologías como Node.js (Tilkov & Vinoski, 2010).

Es uno de los lenguajes más populares del mundo, lo que facilita la disponibilidad de talento especializado (Stack Overflow, 2023).

Se integra de forma nativa con HTML y CSS, facilitando la creación de interfaces ricas e interactivas.

Cuenta con un amplio ecosistema de bibliotecas y frameworks —como React, Angular o Vue— que permiten acelerar el desarrollo y garantizar buenas prácticas (Feldman, 2019).

En este proyecto, la elección de JavaScript permitió construir prototipos funcionales con rapidez, reducir barreras para incorporar nuevos colaboradores y asegurar una solución escalable y mantenible.

Firebase

Firebase es una plataforma desarrollada por Google que proporciona un conjunto de herramientas serverless para crear, escalar y mantener aplicaciones móviles y web de manera eficiente (Google Firebase, 2023). Su integración en este proyecto respondió a la necesidad de contar con una infraestructura ágil, segura y fácilmente escalable.

Entre las funcionalidades más relevantes utilizadas en el sistema se encuentran:

- Realtime Database: base de datos NoSQL que permite la sincronización en tiempo real entre usuarios y dispositivos, ideal para proyectos colaborativos y aplicaciones con múltiples vistas simultáneas.
- Firebase Authentication: sistema de autenticación robusto que ofrece inicio de sesión con email, redes sociales y gestión de roles de usuario.
- Firebase Cloud Storage: servicio de almacenamiento seguro y accesible desde cualquier dispositivo.
- Firebase Cloud Messaging: permite enviar notificaciones push en tiempo real, facilitando la comunicación efectiva entre médicos y pacientes.
- Firebase Analytics: herramienta de análisis de comportamiento del usuario que permite tomar decisiones basadas en datos para mejorar la experiencia de uso.
- Escalabilidad automática: gracias a su arquitectura en la nube, Firebase permite iniciar con bajos costos y escalar sin necesidad de configurar servidores o redes complejas (Google Cloud, 2023).

El uso de Firebase brindó al proyecto una infraestructura completa y segura, con herramientas clave para la autenticación, almacenamiento, comunicación y monitoreo de la aplicación, sin requerir mantenimiento físico ni servidores propios.

Competencia

A continuación, se nombran algunas aplicaciones disponibles en el mercado que abordan la gestión de tratamientos y adherencia a la medicación:

Medisafe es una aplicación móvil que ayuda a los pacientes a tomar sus medicamentos de manera segura y efectiva. Utiliza recordatorios personalizados y

alertas para ayudar a recordar la toma y la dosis adecuada de los medicamentos (Fdez-Cid, 2022).

MyTherapy ayuda a los pacientes a seguir sus tratamientos de manera efectiva y a mantenerse en contacto con sus médicos. Utiliza recordatorios diarios y permite hacer seguimiento del estado de ánimo y los síntomas (Geriatricarea, 2017).

CareZone es una aplicación móvil diseñada para pacientes y cuidadores que permite administrar rutinas de medicación, programar citas médicas y generar listas completas de medicamentos (Schrempp, 2016).

Healthie es una plataforma online que ofrece múltiples herramientas para el manejo de tratamientos, seguimiento de la salud, programación de citas y comunicación segura entre pacientes y profesionales (GetApp, 2017).

Estas soluciones existentes muestran un creciente interés por parte del sector de la salud en facilitar herramientas digitales para la gestión médica. Sin embargo, muchas de ellas carecen de funcionalidades integradas que permitan una interacción directa en tiempo real entre paciente y profesional de la salud, lo cual representa una oportunidad de mejora abordada en este proyecto.

Diseño Metodológico

Para el desarrollo de la aplicación web, se emplea una metodología ágil basada en los principios de Scrum. Esta metodología se ha elegido debido a su enfoque en el trabajo colaborativo, la entrega incremental y la adaptación al cambio, lo que permitirá mejorar la calidad del producto, aumentar la eficiencia del equipo de desarrollo y lograr la satisfacción del cliente.

El desarrollo del proyecto se organizará en sprints, que son periodos cortos de tiempo (generalmente de una o dos semanas) en los que se completarán las funcionalidades específicas del proyecto. Cada sprint tiene como objetivo entregar un incremento funcional de la aplicación web que pueda ser revisado y evaluado por el cliente.

Además, se emplea la metodología del Desarrollo Dirigido por Pruebas (TDD, por sus siglas en inglés), que se centra en la escritura de pruebas de software antes de escribir el código real. Esta metodología garantiza que el software cumpla con los requisitos establecidos y funcione correctamente antes de ser entregado al usuario final.

Recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizarán dos métodos principales: la observación participante y la entrevista formal dirigida. Se realizarán observaciones participantes en consultas médicas y se llevarán a cabo entrevistas formales con profesionales de la salud de diferentes especialidades, como diabetólogos, cardiólogos, endocrinólogos, cirujanos bariátricos y psiquiatras. Estos profesionales han sido seleccionados por su experiencia en el tratamiento de pacientes crónicos.

Además, se realizan entrevistas formales con pacientes crónicos que requieren tratamientos farmacoterapéuticos, como diabéticos, hipertensos, obesos y personas con trastornos de la salud mental. Estas entrevistas permitirán recopilar información sobre las necesidades y requerimientos específicos de los pacientes en relación con la gestión de sus tratamientos.

Es importante destacar que se respetarán los protocolos éticos y de confidencialidad durante la recolección de datos, asegurando la privacidad y el anonimato de los participantes.

Planificación de actividades: Como herramienta de visualización del plan de actividades se presenta a continuación el diagrama Gantt.

Actividad	Inicio	Fin	Duración (Días)	Dependencia
Relevamiento	20/03/2023	22/03/2023	3	-
Investigación y análisis de requerimientos	23/03/2023	27/03/2023	5	Relevamiento
Entrevistas	28/03/2023	31/03/2023	4	Investigación y análisis de requerimientos
Sprint 0: Preparación del Proyecto	02/04/2023	22/04/2023	20	Documentación y comunicación
Sprint 1: Autenticación y Gestión de Pacientes	24/04/2023	07/05/2023	14	Sprint 0
Documentación y comunicación	08/05/2023	10/05/2023	3	Sprint 1
Sprint 2: Gestión de Historiales Médicos y	11/05/2023	25/05/2023	15	Documentación y comunicación

Rutinas				
Documentación y comunicación	26/05/2023	28/05/2023	3	Sprint 2
Sprint 3: Notificaciones y Panel de Control	29/05/2023	12/06/2023	15	Documentación y comunicación
Documentación y comunicación	13/06/2023	15/06/2023	3	Sprint 3
Pruebas y Resolución de Problemas	16/06/2023	30/06/2023	15	Documentación y comunicación
Documentación Final y Comunicación	01/07/2023	02/07/2023	5	Pruebas y Resolución de Problemas

Tabla 1: Planificación de actividades. Fuente: elaboración propia



Imagen 1: Diagrama de Gantt. Fuente: elaboración de propia

Relevamiento

Estructural

Con la transformación digital, la infraestructura tecnológica de profesionales médicos almacena a través de sus dispositivos gran cantidad de datos de sus pacientes - usuarios- como historias clínicas, inventario de medicamentos, imágenes radiológicas, gestión de laboratorios, entre otros. Es a través de estos datos que permiten tomar acciones, como generar rutinas, controlar estudios médicos, y compartir información con otros profesionales de la salud.

Área	Tipo	CPU	RAM	HDD /SSD	Red	Sistema Operativo
Recepción	Escritorio	Intel i5	8GiB	1 TB	WiFi	Windows 10
Consultorio Infectología	Laptop	Intel i3	4GiB	500 GB	WiFi	Windows 10
Área	Tipo	CPU	RAM	HDD /SSD	Red	Sistema Operativo
Consultorio Clínico médico	Laptop	Intel i3	4GiB	500 GB	WiFi	Windows 10
Consultorio diabetólogo	Laptop	Intel i3	4GiB	500 GB	WiFi	Windows 10
Consultorio cardiólogo	Laptop	Intel i5	8GiB	256 GiB	WiFi	Windows 11

Tabla 2: Relevamiento estructural. Fuente: elaboración propia

Funcional

A continuación, se describe el proceso que detalla cómo el paciente cumple con las instrucciones del profesional de la salud

Proceso: Prescripción de Rutinas Médicas

Roles: Médico, Paciente

Pasos:

1. El paciente consulta al médico para su tratamiento crónico.
2. El médico realiza una evaluación y determina la rutina médica adecuada para el paciente.
3. El médico prescribe la rutina médica, incluyendo los medicamentos y dosificaciones necesarias junto a las instrucciones, en todo caso las instrucciones se presentan escritas o impresas en un papel.
4. El paciente recibe la prescripción y adquiere los medicamentos necesarios y trata de recordar y/o guardar el papel con las instrucciones.

5. El paciente comienza la rutina médica y la sigue de acuerdo con las instrucciones del médico.
6. El médico monitorea el progreso del paciente durante la siguiente cita y ajusta la rutina médica si es necesario.

Proceso: Ajuste de Rutinas Médicas

Roles: Médico, Paciente

Pasos:

1. El paciente luego de recibir la prescripción y adquirir los medicamentos necesarios trata de recordar y/o guardar el papel con las instrucciones.
2. El paciente comienza la rutina médica y por razones varias no logra cumplir con las instrucciones.
3. Llegado el momento de la cita de control que puede ser varias semanas desde el último encuentro, el médico utiliza heurística para *estimar* el grado de cumplimiento del paciente y en caso de detectar el incumplimiento acude a distintas herramientas para tratar de mejorar el mismo:
 - a. Realizar un seguimiento más frecuente por parte del médico o de un profesional de enfermería.
 - b. Proporcionar al paciente información adicional sobre la importancia del tratamiento y las consecuencias de no cumplir con las instrucciones.
 - c. Implementar herramientas que faciliten recordar las tomas de medicamentos, como alarmas o recordatorios a través de un calendario o similar.
 - d. Considerar la posibilidad de cambiar la dosis o el tipo de medicamento para mejorar la tolerancia y el cumplimiento del paciente en caso donde se sospeche una dosis inadecuada.
 - e. En caso de que el incumplimiento persista, se podría evaluar la necesidad de derivar al paciente a un especialista en adherencia terapéutica o psicólogo clínico para tratar el problema de manera más específica

Proceso De Negocios

Según los procesos mencionados en el relevamiento funcional, se presenta un proceso genérico en la siguiente ilustración.

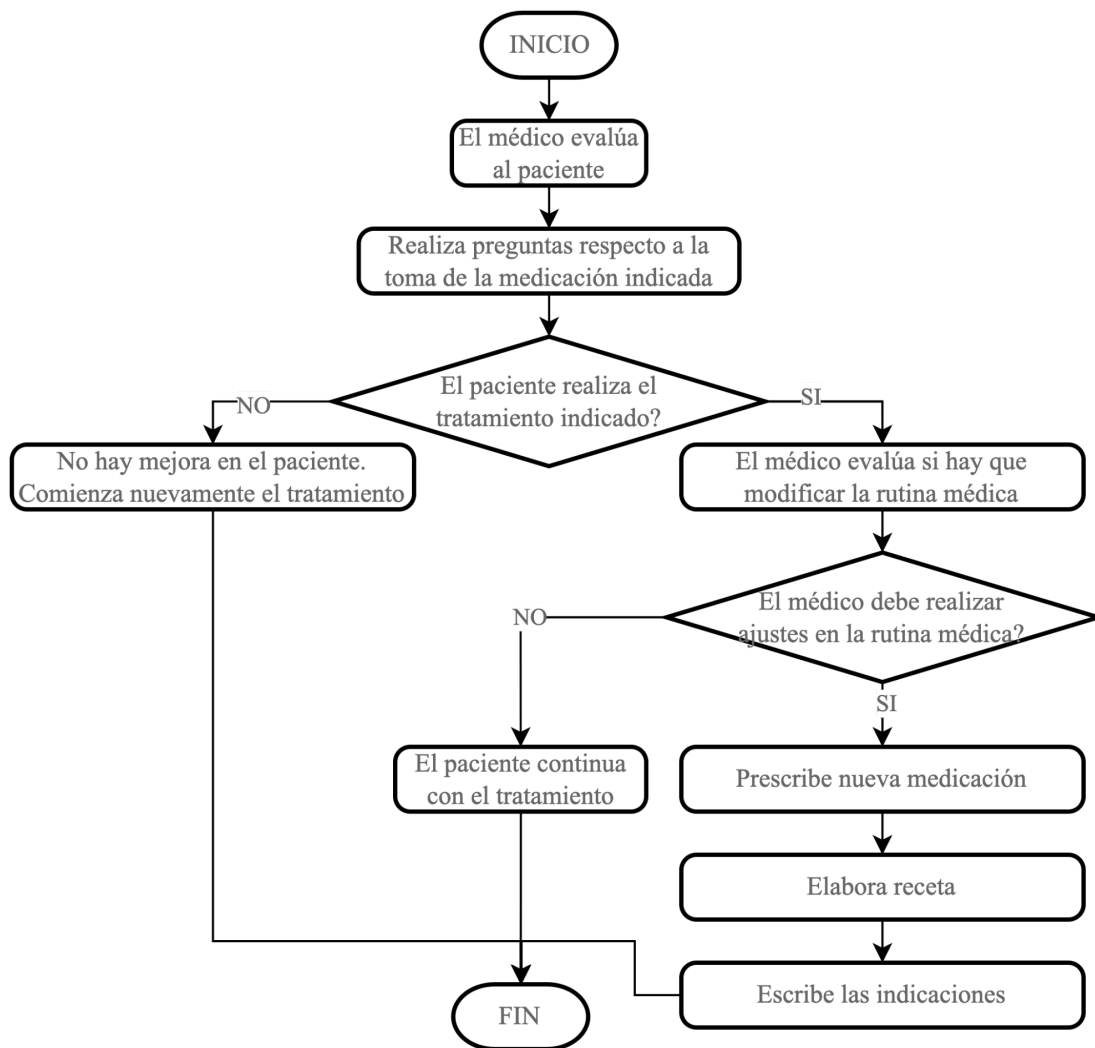


Imagen 2: Procesos genéricos. Fuente: elaboración propia

Diagnóstico y Propuesta

Diagnóstico

Se presentan los procesos para los cuales se detectaron problemáticas.

Nombre del Proceso: Prescribir medicación al paciente	
Problema	El médico demora mucho tiempo en realizar las prescripciones médicas, se retrasa la atención de todos los pacientes en espera.
Causa	1. El médico es lento escribiendo la prescripción médica. 2. El médico debe indicar un tratamiento muy largo y detallado 3. El médico debe realizar recetas, rutinas de tratamientos.

Tabla 3: Prescribir medicación médica. Fuente: elaboración propia

Nombre del Proceso: Tratamiento del paciente	
Problema	El paciente no logra comprender el tratamiento.
Causa	1. Las prescripciones médicas son demasiado extensas. 2. El médico habla demasiado rápido porque debe atender más pacientes. 3. El médico debe realizar recetas, rutinas de tratamientos.

Tabla 4: Tratamiento del paciente. Fuente: elaboración propia

Nombre del Proceso: rutina de medicamentos	
Problema	El paciente no realiza el tratamiento indicado
Causa	1. El paciente no comprendió las indicaciones médicas

	2. El paciente perdió la prescripción médica 3. El paciente no recuerda las dosis y los horarios de toma de la medicación.
--	---

Tabla 5: Rutina de medicamentos. Fuente: elaboración propia.

Nombre del Proceso: Seguimiento del paciente	
Problema	El profesional médico no puede lograr obtener un control estricto del tratamiento del paciente.
Causa	1. El paciente no toma la medicación como corresponde. 2. El paciente no concurre rutinariamente a las consultas médicas. 3. El médico no ve avances en el tratamiento prescrito 4. El médico no tiene una historia clínica actualizada del paciente.

Tabla 6: Seguimiento del paciente. Fuente: elaboración propia.

Nombre del Proceso: Consultar historia clínica del paciente	
Problema	1. No se encuentra ficha del paciente.
Causa	Si la ficha fue consultada y no se guardó en la carpeta que le corresponde la ficha nutricional se extravía o no se encuentra en el momento en que se la necesita.
Problema	2. La ficha está incompleta
Causa	Al ser un fichero en papel, puede ocurrir que alguna de las hojas que completan los registros de atención no estén completos ya que en la manipulación puede perderse.
Problema	3. Tiempo de búsqueda de ficha elevado

Causa	Si la ficha del paciente no se encuentra en la carpeta que le corresponde, el profesional debe buscar primero en la carpeta de la primera letra de su nombre y si no la encuentra, busca en otras carpetas y en su escritorio.
-------	--

Tabla 7: Consultar historia clínica del paciente. Fuente: elaboración propia.

Propuesta

Frente a las problemáticas mencionadas, se propone el desarrollo de un sistema integrado compuesto por una aplicación web para profesionales de la salud y una aplicación móvil para pacientes crónicos.

- **Aplicación web (médicos):** Permitirá registrar pacientes, cargar historias clínicas, crear y modificar rutinas de medicación, y visualizar en tiempo real el nivel de cumplimiento terapéutico. Esta digitalización busca reducir los tiempos de consulta, evitar errores de transcripción, y optimizar el seguimiento clínico.
- **Aplicación móvil (pacientes):** Mostrará al paciente un calendario con la rutina de medicación establecida, enviará recordatorios automáticos en los horarios indicados, y permitirá registrar la toma o el incumplimiento de cada dosis.

Objetivos, Límites y Alcances del Prototipo

Objetivos Del Prototipo

Diseñar e implementar un sistema funcional que permita:

- A los profesionales médicos: registrar pacientes, cargar historias clínicas, crear rutinas de medicación y visualizar reportes de seguimiento terapéutico.
- A los pacientes crónicos: visualizar su calendario de medicación, recibir recordatorios automatizados y registrar el cumplimiento diario de sus tomas.

El prototipo demuestra la interacción entre ambas aplicaciones (web y móvil) mediante funcionalidades básicas y representativas, enfocadas en validar la propuesta y su usabilidad.

Límites

El sistema va **desde** el registro de pacientes por parte del profesional médico, incluyendo la carga de historias clínicas y la configuración de tratamientos individualizados, **hasta** la visualización del calendario de medicación por parte del

paciente en su dispositivo móvil, el registro del cumplimiento terapéutico, y el envío de reportes básicos al profesional.

Quedan fuera del alcance del prototipo:

- La gestión de turnos, facturación o integración con sistemas de salud externos.
- La implementación de múltiples perfiles de usuario (sólo contempla el rol del médico y del paciente).
- El tratamiento de información médica sensible con medidas avanzadas de seguridad (se simula autenticación básica).
- El soporte a gran escala (el sistema está pensado para pruebas con un conjunto acotado de usuarios).

Alcance

- Registrar y consultar pacientes desde la aplicación web.
- Cargar y editar historias clínicas básicas.
- Crear consultas médicas y asignarlas a pacientes.
- Configurar rutinas de medicación asociadas a cada consulta.
- Sincronizar automáticamente las rutinas con la aplicación móvil del paciente.
- Emitir recordatorios de toma de medicación en horarios definidos.
- Permitir que el paciente registre tomas realizadas u omitidas.
- Enviar informes de cumplimiento terapéutico desde la app móvil al profesional.

Descripción del Sistema

Product Backlog

ID	Historia de usuario	Prioridad	Puntos de historia	Dependencias
MVP-01	Registro de Médicos	Alta	3	-
MVP-02	Inicio y cierre de sesión	Alta	2	MVP-01
MVP-03	Carga de paciente	Alta	5	-
MVP-04	Carga de historial médico	Media	5	MVP-03
MVP-05	Creación de rutina de tratamiento	Alta	8	MVP-03
MVP-06	Sincronización con app móvil	Alta	13	MVP-03

MVP-07	Seguimiento de paciente	Alta	8	MVP-04
MVP-08	Alertas por incumplimiento	Baja	8	MVP-04
MVP-09	Panel monitoreo de pacientes	Baja	5	MVP-03

Tabla 8: Product Backlog. Fuente: elaboración propia

Historias de Usuario

A continuación, se exponen las historias de usuario del sistema.

ID	Nombre
MVP-001	Registro de Médicos
Descripción	
Como médico, quiero crear una cuenta para poder gestionar a mis pacientes y sus tratamientos.	
Criterios de aceptación	
1. El médico puede ingresar su nombre, correo electrónico y contraseña para crear una cuenta. 2. El sistema valida la dirección de correo electrónico y la contraseña por su seguridad y formato. 3. El médico recibe un correo electrónico de confirmación después de la creación exitosa de la cuenta.	
Prioridad	Puntos estimados
Alta	3

Tabla 9: Registro de Médicos Fuente: elaboración propia

ID	Nombre
MVP-002	Inicio y cierre de sesión

Descripción	
Como médico, quiero poder iniciar y cerrar sesión en mi cuenta para asegurar la privacidad y seguridad de la información médica.	
Criterios de aceptación	
1. El médico puede ingresar su correo electrónico y contraseña para iniciar sesión. 2. El médico puede cerrar sesión de su cuenta. 3. La información del médico no está accesible después de cerrar la sesión.	
Prioridad	Puntos estimados
Alta	2

Tabla 10: Inicio y cierre de sesión. Fuente: elaboración propia

ID	Nombre
MVP-003	Carga de paciente
Descripción	
Como médico, quiero poder agregar a nuevos pacientes a mi cuenta para poder llevar a cabo el seguimiento de su tratamiento.	
Criterios de aceptación	
1. El médico puede ingresar la información requerida (como nombre, edad, historial médico) para agregar a un nuevo paciente. 2. El sistema muestra un mensaje de confirmación después de que un paciente ha sido agregado exitosamente.	
Prioridad	Puntos estimados
Alta	5

Tabla 11: Carga de paciente. Fuente: elaboración propia

ID	Nombre
MVP-004	Carga de historial médico
Descripción	
Como médico, quiero poder registrar y actualizar el historial médico de los pacientes para tener un registro actualizado de su estado de salud.	
Criterios de aceptación	
1. El médico puede registrar el historial médico del paciente (enfermedades previas, alergias, etc.) al añadir un nuevo paciente o al seleccionar un paciente existente. 2. El médico puede actualizar el historial médico del paciente en cualquier momento. 3. El sistema muestra un mensaje de confirmación después de que el historial médico ha sido actualizado exitosamente.	
Prioridad	Puntos estimados
Media	5

Tabla 12: Carga de historial médico. Fuente: elaboración propia

ID	Nombre
MVP-005	Creación de rutina de tratamiento
Descripción	
Como médico, quiero poder configurar un plan de tratamiento para cada paciente, incluyendo medicación y medidas a tomar, para asegurar que sigan su tratamiento correctamente.	
Criterios de aceptación	

1. El médico puede configurar un plan de tratamiento para un paciente, incluyendo las medicaciones y las medidas a tomar. 2. El sistema muestra un mensaje de confirmación después de que el plan de tratamiento ha sido configurado exitosamente.	
Prioridad	Puntos estimados
Alta	8

Tabla 13: Creación de rutina de tratamiento. Fuente: elaboración propia

ID	Nombre
MVP-006	Sincronización con app móvil
Descripción	
Como médico, quiero que el plan de tratamiento se sincronice automáticamente con la aplicación móvil del paciente para que tenga acceso instantáneo a su plan.	
Criterios de aceptación	
1. El plan de tratamiento se sincroniza automáticamente con la aplicación móvil del paciente después de que ha sido configurado por el médico. 2. El paciente puede ver el plan de tratamiento en su aplicación móvil.	
Prioridad	Puntos estimados
Alta	13

Tabla 14: Sincronización con app móvil. Fuente: elaboración propia

ID	Nombre
MVP-007	Seguimiento de paciente
Descripción	

Como médico, quiero poder visualizar la retroalimentación proporcionada por los pacientes a través de la aplicación móvil para poder hacer un seguimiento de su progreso.	
Criterios de aceptación	
1. El médico puede ver la retroalimentación proporcionada por el paciente en la aplicación web. 2. La retroalimentación del paciente se actualiza en tiempo real en la aplicación web.	
Prioridad	Puntos estimados
Alta	8

Tabla 15: Seguimiento del paciente. Fuente: elaboración propia

ID	Nombre
MVP-008	Alertas por incumplimiento
Descripción	
Como médico, quiero recibir notificaciones cuando un paciente no sigue el plan de tratamiento para poder actuar en consecuencia.	
Criterios de aceptación	
1. El médico recibe una notificación cuando un paciente no sigue el plan de tratamiento. 2. La notificación incluye detalles sobre qué parte del plan de tratamiento no se está siguiendo.	
Prioridad	Puntos estimados
Baja	8

Tabla 16: Alertas por incumplimiento. Fuente: elaboración propia

ID	Nombre
MVP-009	Panel monitoreo de pacientes
Descripción	
Como médico, quiero tener un panel de control donde pueda ver un resumen de todos mis pacientes, sus planes de tratamiento y su progreso, para tener una visión global y poder gestionar mejor mis acciones.	
Criterios de aceptación	
1. El médico puede ver un resumen de todos sus pacientes en un panel de control. 2. El panel de control muestra información relevante sobre cada paciente, incluyendo su plan de tratamiento y su progreso. 3. El médico puede seleccionar un paciente para ver más detalles o modificar su plan de tratamiento.	
Prioridad	Puntos estimados
Baja	8

Tabla 17: Panel monitoreo de pacientes. Fuente: elaboración propia

Sprint Backlog

A continuación, se presenta un sprint backlog donde el primer sprint corresponde a tareas de creación de las estructuras que habilitan la codificación en los siguientes sprints. En los siguientes 3 sprints se distribuyen las historias de usuario del product backlog indicando las tareas asociadas a cada historia y con una estimación de tiempo (en horas) necesario para completar cada tarea.

Sprint 1	Configuración y Puesta a Punto (sin entregable)	
Tareas	Prioridad	Estimado
Crear proyecto en Firebase	Alta	1 hora

Configurar autenticación en Firebase	Alta	2 horas
Configurar base de datos en Firebase (Firestore)	Alta	2 horas
Configurar sistema de notificaciones (Cloud Messaging)	Media	2 horas
Crear proyecto en Git	Alta	1 hora
Crear proyecto en React	Alta	1 hora
Configurar rutas en React (React Router)	Alta	2 horas
Configurar estilos en React (Librería de UI)	Media	2 horas
Configurar pruebas en React	Alta	3 horas

Tabla 18: Sprint 1. Fuente: elaboración propia

Sprint 2	Gestión de Usuarios y Registro de Pacientes		
Historia de usuario	MVP-01 Registro de Médicos		
Tareas		Prioridad	Estimado
Diseñar interfaz		Alta	2 horas
Implementar lógica de registro con Firebase		Alta	3 horas
Testear funcionalidad		Alta	1 hora
Historia de usuario	MVP-02 Inicio y cierre de sesión		
Tareas		Prioridad	Estimado
Diseñar interfaz		Alta	2 horas
implementar lógica de inicio y cierre de sesión con Firebase		Alta	2 horas
Testear funcionalidad		Alta	1 hora

Historia de usuario	MVP-03 Carga de paciente		
Tareas	Prioridad	Estimado	
Diseñar interfaz	Media	2 horas	
Crear Documento en Firestore e implementar lógica	Media	3 horas	
Testear funcionalidad	Alta	1 hora	

Tabla 19: Sprint 2. Fuente: elaboración propia

Sprint 3	Gestión de Tratamientos y Sincronización con la App del Paciente		
Historia de usuario	MVP-04 Carga de historial médico		
Tareas		Prioridad	Estimado
Diseñar interfaz		Alta	4 horas
Implementar lógica		Alta	4 horas
Testear funcionalidad		Alta	2 horas
Historia de usuario	MVP-05 Creación de rutina de tratamiento		
Tareas		Prioridad	Estimado
Diseñar interfaz		Alta	2 horas
Diseñar modelo de datos para rutinas		Alta	4 horas
implementar lógica		Alta	2 horas
Testear funcionalidad		Alta	1 hora
Historia de usuario	MVP-06 Sincronización con app móvil		
Tareas		Prioridad	Estimado

implementar lógica de sincronización	Media	5 horas
Testear funcionalidad	Media	2 horas

Tabla 20: Sprint 3. Fuente: elaboración propia

Sprint 4	Retroalimentación del Paciente y Notificaciones	
Historia de usuario	MVP-07 Seguimiento de paciente	
Tareas	Prioridad	Estimado
Diseñar interfaz	Alta	3 horas
Implementar lógica	Alta	3 horas
Testear funcionalidad	Alta	2 horas
Historia de usuario	MVP-08 Alertas por incumplimiento	
Tareas	Prioridad	Estimado
Diseñar interfaz	Alta	2 horas
implementar lógica	Alta	3 horas
Testear funcionalidad	Alta	2 horas
Historia de usuario	MVP-09 Panel monitoreo de pacientes	
Tareas	Prioridad	Estimado
Diseñar interfaz	Baja	4 horas
implementar lógica	Baja	4 horas
Testear funcionalidad	Baja	2 horas

Tabla 21: Sprint 4. Fuente: elaboración propia

Estructura De Datos

Firestore es una base de datos NoSQL, estructura sus datos en colecciones (similares a las tablas en SQL) y documentos (similares a los registros en SQL). En nuestra aplicación, tenemos dos colecciones principales: ‘médicos’ y ‘pacientes’. Cada médico y cada paciente se representan con documentos individuales dentro de estas colecciones. En la colección ‘pacientes’, cada documento del paciente tiene dos subcolecciones: ‘historial médico’ y ‘rutinas’, que almacenan información detallada sobre el historial médico y las rutinas de tratamiento del paciente respectivamente.

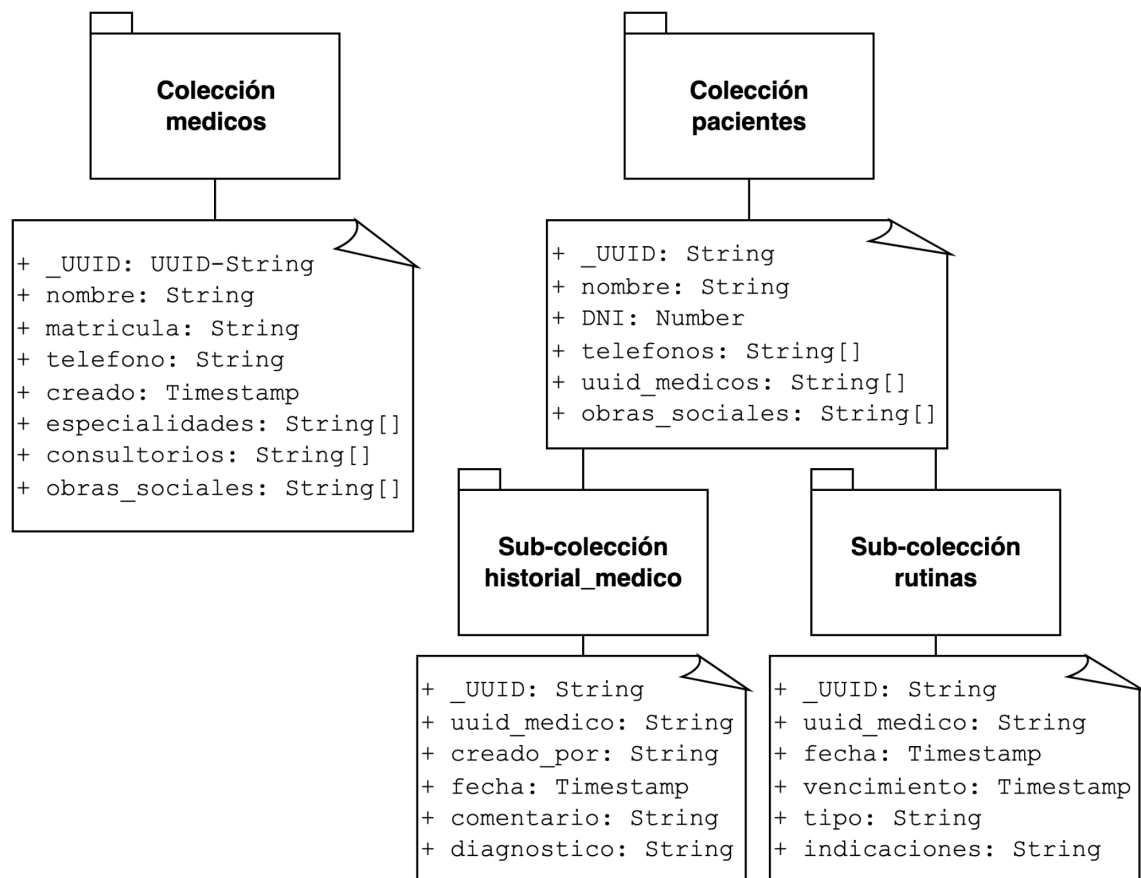


Imagen 3: Diagrama No-SQL. Fuente: elaboración propia

Prototipos De Interfaces De Pantallas

Rutinario Novedades

Hola, Doctor!

Ingresar

Ingresar con Google

- 0 -

Email

Contraseña

No tengo cuenta Ingresar

Rutinario para médicos v0.1.0

Imagen 4: Pantalla de inicio de sesión. Fuente: elaboración propia

Rutinario Home Pacientes Notificaciones

Bienvenido al gestor de paciente

Aquí podrás visualizar los datos de tu paciente y gestionar sus rutinas

Pedro M. Lopez

Edad: 45

Ultima consulta: hace 28 días (6 de julio 2023)

Diabetes

Assigned by: Dr. Smith

Historial médico

Ultimo registro: hace 2 días (1 de agosto 2023)

[Ver historial completo](#)

Telefono

+54 9 351 555-6666 | [llamar](#)

Dirección

Calle pública s/n, Córdoba, Córdoba | [ver](#)

Rutinas activas

Metformina

cada día:
1x850mg 11:00
1x850mg 20:00

Cumplimiento:
★★★★★

Ejercicio

cada día:
5000 pasos

Cumplimiento:
★★★★★

Gestionar rutinas

Imagen 5: Pantalla de gestión del paciente. Fuente: elaboración propia

Rutinario
Home
Pacientes
Notificaciones
Buscar

Gestión de rutina

Aquí podés gestionar las rutinas de tu paciente (Pedro M. Lopez)

Listado de rutinas

Glucophage (metformina 850mg)
2 incumplimientos en los últimos 30 días
Iniciado 03 de julio 2023

Comprimido

Recetado por Dr. Martinez [enviar mensaje](#)

Caminar (ejercicio)
5 incumplimientos en los últimos 30 días
Iniciado 03 de julio 2023

Comprimido

Recetado por Dr. Martinez [enviar mensaje](#)

< Julio 2023 >

LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Nueva rutina

Ingrese los datos para la rutina

Medicamento

Frecuencia

Una vez por día **Dos veces por día** Tres veces por día

Hora

Hora

Desde

Hasta

Guardar

< Julio 2023 >

LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Imagen 6: Pantalla de gestión de rutina. Fuente: elaboración propia

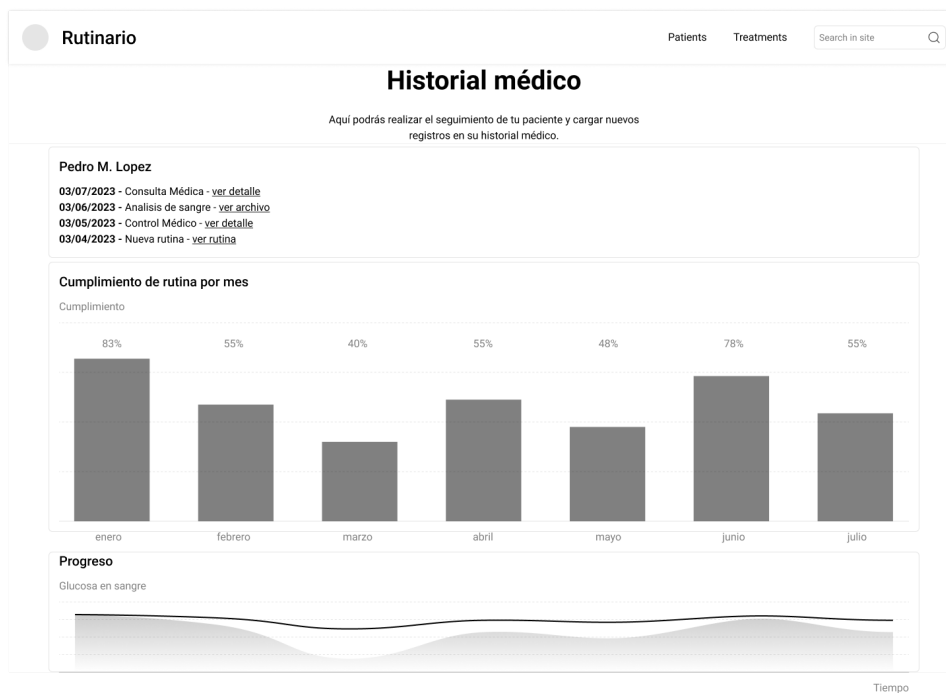


Imagen 7: Pantalla de historial médico. Fuente: elaboración propia

Diagrama Arquitectura

En el siguiente diagrama (imagen 4) se puede apreciar la arquitectura propuesta, en ella se propone los siguientes artefactos y relaciones:

- Usuarios: Interactúan con las aplicaciones Web y Móvil.
- Aplicaciones Web/Móvil: Se comunican con Firebase Authentication para la autenticación de usuarios y con Firestore para el manejo de datos. Además, disparan acciones mediante Firebase Cloud Functions.
- Firebase Authentication: Autentica a los usuarios y devuelve tokens de autenticación.
- Firestore Database: Almacena los datos de la aplicación y dispara Cloud Functions basado en cambios de datos.
- Firebase Cloud Functions: Se activan por eventos en Firestore y pueden usar Firebase Cloud Messaging para enviar notificaciones.
- Firebase Cloud Messaging: Usado por Cloud Functions para enviar notificaciones a los usuarios.

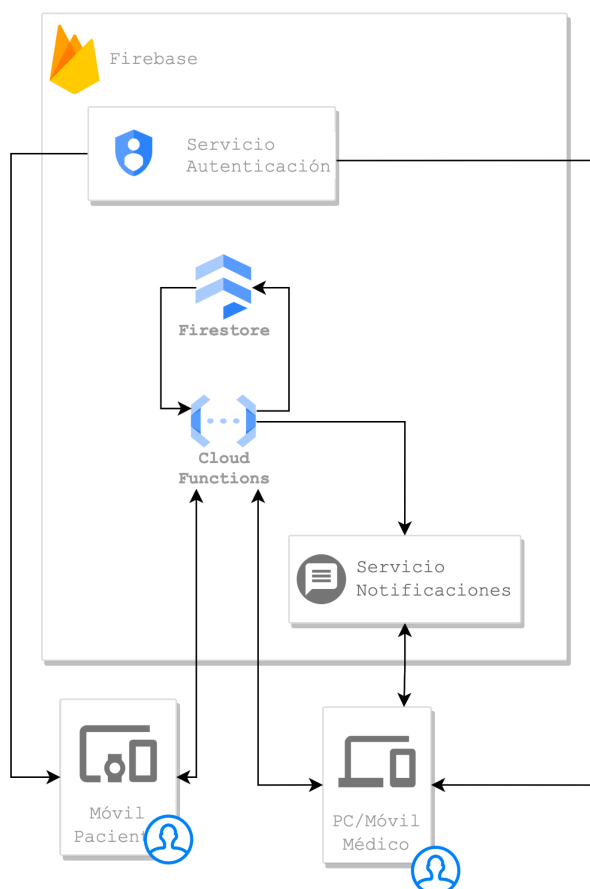


Imagen 8: Diagrama de arquitectura. Fuente: elaboración propia.

Seguridad

En este apartado, se detallarán las medidas de seguridad implementadas para salvaguardar el sistema y proteger la información confidencial de los usuarios, en cumplimiento con las regulaciones legales aplicables. Dado que el sistema maneja datos sensibles de los pacientes, se aplican medidas de seguridad de acuerdo con la Ley Nro. 25.326 de Protección de los Datos Personales y su Decreto Reglamentario Nro. 1558/2001 de la República Argentina.

A continuación, se describirán las siguientes medidas de seguridad:

1. Acceso a la aplicación: Se implementan mecanismos de autenticación seguros, como el uso de contraseñas robustas y el cifrado de datos de inicio de sesión. Además, se establecen niveles de acceso y permisos para garantizar que solo usuarios autorizados puedan acceder a la información.
2. Resguardo de información confidencial del paciente: Se aplican medidas de cifrado para proteger los datos confidenciales almacenados en el sistema. Esto asegura que la información del paciente esté protegida contra accesos no autorizados y salvaguarda su privacidad.
3. Copias de seguridad: Se implementa una estrategia de copias de seguridad regular para garantizar la integridad y disponibilidad de los datos. Las copias de seguridad se almacenan en ubicaciones seguras, tanto en servidores físicos como en almacenamiento en la nube, siguiendo la estrategia 3-2-1 para la redundancia y recuperación de datos en caso de fallos o pérdidas.

Estas medidas de seguridad son fundamentales para mantener la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos del sistema, brindando una protección adecuada tanto para el sistema en sí como para la información personal de los usuarios.

Acceso a la aplicación

El sistema cuenta con los siguientes elementos de seguridad:

- Seguridad embebida en Firebase:
 - Autenticación social (login con cuenta Google): no requiere el guardado de los datos de autenticación dentro del sistema.
 - Autenticación por contraseña: abstrae la complejidad del cifrado y almacenado de contraseñas de manera segura.

- Gestión de usuario y roles: permite controlar el acceso a funciones y datos del sistema utilizando el principio de mínimo privilegio.
 - Almacenamiento de archivos seguro en la nube mediante tecnologías de Google Cloud.
 - Protección contra ataques: Firebase incorpora protecciones contra ataques de inyección de código y DDoS.
 - Monitoreo y registro de actividades: Firebase ofrece herramientas de monitoreo y registro de actividad en tiempo real lo cual podría permitir una detección temprana de actividad sospechosa.
 - Actualizaciones de seguridad automáticas: la plataforma se actualiza de manera automática así reduciendo los posibles vectores de ataque.
 - Escaneo de archivos: algunas funciones del sistema permiten al usuario cargar archivos, estos archivos se revisan utilizando un scanner de GCP (Google Cloud Platform).
- Certificado SSL

Protege la comunicación de un ataque de suplantación de identidad
 - Cifrado con HTTPS

El protocolo HTTPS utiliza los protocolos SSL (o más recientemente TLS) para cifrar la comunicación entre el servidor y el cliente, nos protege de ataques del tipo *man in the middle* (en inglés “hombre en el medio”) donde un actor malicioso intercepta las comunicaciones para obtener acceso de datos sensibles o modifica los datos para sus fines.
 - Sanitización de entradas

Eliminación y escapado de caracteres no deseados: se eliminan o escapan de los *inputs* los caracteres especiales como los espacios en blancos, `<`, `>`, `=`, `?`, `&`, `"`, `'`, `/`, y similares. Estos caracteres se pueden introducir de manera accidental o intencional. Esta sanitización no protege de ataques del tipo inyección de código y XSS.

Otros tipos de sanitización importantes de mencionar son:

- Validación de formatos: algunos campos de ingreso de datos necesitan contar con formatos específicos para su correcto funcionamiento
 - tiempo-fecha.

- numéricos (e.g número de DNI, edad).
- formatos especiales (e.g números telefónicos +54 9 xxx-xxxx).
- Validación de rangos y límites: algunos datos, como por ejemplo dosis de medicamento o valores de mediciones como glucosa en sangre, deben estar limitados y dentro de un rango lógico para evitar errores

Estos dos tipos de sanitización no protegen directamente de ataques maliciosos, pero pueden prevenir errores de ejecución con resultados inesperados.

La sanitización de entrada cuenta con doble control. El primero en el *frontend* como un método de aviso temprano, la entrada es rechazada en el momento que el usuario la escribe. El segundo es una validación en el *backend* para los casos en que el usuario por error o intencionalmente evite los controles del frontend.

- Contraseñas seguras

Al momento de ingresar una contraseña la interfaz gráfica advierte al usuario si su contraseña se considera muy débil y presenta algunas recomendaciones para mejorar la seguridad. No se obliga al usuario a utilizar caracteres especiales debido a que resulta sencillo calcular la fortaleza de la contraseña en tiempo real para rechazar contraseñas débiles que quizás cumplan con un cierto formato o admitir contraseñas fuertes que no cumplen con el mismo.

A modo de ejemplo consideremos la contraseña “Zix3#2” cumple con contener una 1 mayúscula, 1 minúscula, 1 número, 1 símbolo y al menos 6 caracteres. Esta contraseña tiene una entropía de 33 bits y resulta difícil de recordar. Por lo contrario, la contraseña “miclavesuperduperlarga” resulta sencilla de recordar, y aunque no contiene mayúsculas, números o símbolos tiene una entropía de 99 bits debido a su longitud.

Según el algoritmo de la página passwordmonster la contraseña “Zix3#2” puede ser descubierta en 9 días mientras la otra, “miclavesuperduperlarga” demoraría 178 millones de años.



Contraseña

● ● ● ● ● ●

Seguridad: Débil ☹️

Para mejorar la seguridad considere utilizar:

- Una contraseña más larga
- MAYUSCULAS y minúsculas
- Números
- Caracteres especiales como ?, \$, % y similares
- No repetir letras o números (ejemplo "aaa" o "111")

Imagen 9: Contraseña. Fuente: elaboración propia.

Políticas de respaldo:

En el marco de la normativa ISO 27001, hemos establecido políticas de respaldo para garantizar la seguridad e integridad de los datos en nuestra aplicación. Estas políticas incluyen:

1. Implementación de la estrategia 3-2-1: Se generarán tres copias de respaldo de los datos y se almacenarán en dos ubicaciones distintas. Una copia se guardará en nuestro servidor físico y las otras dos se almacenarán en la nube.
2. Almacenamiento en la nube: Utilizamos un servicio de almacenamiento en la nube confiable y seguro. Los datos respaldados se cifran para proteger su confidencialidad, y se aplican medidas de acceso controlado. Nuestras bases de datos de Firebase se respaldan diariamente en un bucket de Google Cloud Storage, mientras que el código fuente se encuentra respaldado en GitHub. Esta configuración nos permite restaurar toda la información crítica en cualquier momento desde un servidor externo, brindando tranquilidad y seguridad a nuestros clientes.
3. Almacenamiento en un servidor físico: Además de la nube, realizamos respaldos diarios en un servidor físico. Estos respaldos se realizan una vez que los profesionales médicos han finalizado su horario de atención de pacientes, asegurando así la integridad de los datos.

4. Verificación regular de los respaldos: Es fundamental realizar verificaciones periódicas de la integridad de las copias de respaldo. Realizaremos informes regulares de respaldo para mantenernos al tanto de cualquier archivo que no se haya transferido correctamente o que presente algún tipo de corrupción.

Con estas políticas de respaldo, buscamos garantizar la disponibilidad y la seguridad de los datos en nuestra aplicación, cumpliendo con los estándares de seguridad y brindando confianza tanto a los profesionales médicos como a los usuarios finales.

Análisis de costos

A continuación, se presenta un análisis de costos para el proyecto.

Recursos humanos: En la tabla x se presentan los costos asociados a los recursos humanos según valores recuperados del Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Buenos Aires (Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Buenos Aires, 2023)

Perfil	Honorarios / mes	Cantidad Meses	Precio final
líder de proyecto	\$510.130 ⁰⁰	3	\$1.530.390 ⁰⁰
Desarrollador Full Stack	\$499.000 ⁰⁰	3	\$1.497.000 ⁰⁰
Tester	\$377.385 ⁰⁰	3	\$1.132.155 ⁰⁰
Total			\$4.159.545 ⁰⁰

Tabla 22: Costos de Recursos Humanos. Fuente: elaboración Propia.

A continuación, se detallan los costos de hardware e infraestructura.

Elemento	Fuente	Cantidad	Precio Unitario	Costo
Notebook MacBook Air 13" M1 CPU, SSD 256GB, 8GB RAM	https://www.venex.com.ar/notebooks/notebook-apple-macbook-air-m1-13-8gb-512gb-silver.html	3 unidades	\$1.239.900 ⁰⁰	\$3.719.700 ⁰⁰
Dell EMC T40 Intel Xeon E3-2224, HDD 1TB, 8GB RAM	https://www.venex.com.ar/computadoas-y-servidores/servidores/server-dell-t40-xeon-e3-2224-8gb-1tb-hdd-dvd.html	1 unidad	\$769.999 ⁰⁰	\$769.999 ⁰⁰
Cloud Server- Hostinger VPS6	https://www.hostinger.com.ar/tutoriales/cuanto-cuesta-un-hosting	12 meses	\$6.999 ⁰⁰	\$83.988 ⁰⁰
Servicio y Conexión internet: WIFI 600 MB + LÍNEA FIJA	https://www.claro.com.ar/personas/internet-wifi-telefonía-tv	12 meses	\$4.799 ⁰⁰	\$ 57.588 ⁰⁰
Firebase Plan spark ⁵	https://firebase.google.com/pricing?hl=es-419	3 meses	\$0 ⁰⁰	\$0 ⁰⁰
NIC Argentina: Dominio *.com.ar	https://nic.ar/es/dominios/aranceles	12 meses	\$855 ⁰⁰	\$ 855 ⁰⁰
			Total	\$4.632.130 ⁰⁰

Tabla 23: costos de hardware e infraestructura. Fuente: elaboración Propia.

A continuación, se detallan los costos de software.

React: Al ser un software de código abierto y sin costo de licencia, no se incurre en costos adicionales por su uso.

Firebase: Firebase es una plataforma en la nube ofrecida por Google que proporciona servicios de almacenamiento de datos, autenticación de usuarios, notificaciones push, análisis, entre otros. Firebase ofrece diferentes planes de precios, incluyendo un plan gratuito y planes de pago según las necesidades y el uso del proyecto. Para obtener los detalles y costos específicos de Firebase, se recomienda consultar el sitio web oficial de Firebase (Firebase, 2022) y revisar los planes y precios disponibles. Para las necesidades de este proyecto el rango gratuito es más que suficiente para cubrir nuestras necesidades ya que cuenta con las siguientes herramientas:

- Analytics.
- Distribución de la aplicación.
- Autenticación
 - 10 SMS por día
 - Autenticación con Google
 - 50.000 usuarios activos por mes
- Firestore
 - 1 GiB de almacenamiento
 - 10 GiB de transferencia de datos
 - 90.000 operaciones de ABM por mes
- Cloud functions
 - 2.000.000 de ejecuciones por mes
 - 200.000 segundos de CPU por mes
 - 120 minutos de Cloud Build para CI/CD
- Cloud messaging

Por lo tanto, además de los costos asociados al equipo de desarrollo y será necesario tener en cuenta los costos relacionados con el hardware e infraestructura, pero no se detectan costos en cuanto a software.

Finalmente se presentan los costos totales

Concepto	Costo total
RRHH	\$4.159.545 ⁰⁰

Infraestructura	\$4.632.130 ⁰⁰
-----------------	---------------------------

Software	\$0 ⁰⁰
----------	-------------------

Total, de inversión	\$8.791.675 ⁰⁰
---------------------	---------------------------

Tabla 24: Costos totales. Fuente: elaboración Propia

Análisis de Riesgos

Durante el desarrollo del sistema propuesto se identificaron riesgos potenciales que podrían afectar negativamente los tiempos, costos, calidad o funcionalidad del proyecto. Para cada uno se realizó un análisis detallado que incluyó: la causa del riesgo, su probabilidad de ocurrencia, su impacto estimado y la priorización derivada de estos factores.

Este análisis permitió construir una matriz de evaluación de riesgos, clasificando cada evento en una escala cualitativa de probabilidad (baja, media, alta) e impacto (bajo, medio, alto). En función de su ubicación en la matriz, se diseñaron planes de contingencia específicos, asegurando que las medidas propuestas respondieran de manera proporcional y efectiva a los niveles de riesgo detectados.

Resumen de Riesgos Evaluados

ID	Riesgo	Causa	Probabilidad	Impacto
R01	Retrasos en el cronograma	Optimismo en la etapa de planificación	Baja	Alto
R02	Incremento de costos	Inflación y devaluación	Alta	Alto
R03	Cambios en los requerimientos	Retroalimentación de los usuarios	Moderada	Moderado
R04	Dificultades en las integraciones	Falta de documentación o APIs de terceros	Moderada	Moderado
R05	Errores en la interfaz gráfica	Uso de navegadores no testeados.	Baja	Bajo
R06	Curva de aprendizaje	Uso de tecnologías nuevas para el equipo.	Moderada	Alto

R07	Falta de retroalimentación de los médicos	Limitada disponibilidad para pruebas y entrevistas	Moderada	Bajo
R08	Tiempo de respuesta ineficiente de la app	Escasas pruebas de rendimiento	Media	Medio
R09	Cliente en desacuerdo con el producto final	Falta de comunicación clara y validaciones periódicas	Baja	Alta

Tabla 25: Resumen de Riesgos evaluados. Fuente: elaboración propia.

Matriz de Evaluación de Riesgos

Considerando las variables de probabilidad y nivel de impacto creamos la siguiente matriz de evaluación de riesgo:

		Impacto		
		Alto	Medio	Bajo
probabilidad	Alta	Alto	Alto	Medio
	Media	Alto	Medio	Bajo
	Baja	Medio	Bajo	Bajo

Tabla 26: Matriz de evaluación de riesgo. Fuente: elaboración propia.

Plan de Contingencia

El plan de contingencia se desarrolló como resultado directo del análisis anterior. Cada riesgo fue ubicado en la matriz y, dependiendo de su criticidad, se definieron acciones específicas para:

Evitar que el riesgo se materialice (prevención).

Reducir el impacto si el riesgo ocurre (mitigación).

Responder eficazmente en caso de que el evento adverso suceda (plan de acción).

Riesgo	Evaluación	Plan de Contingencia
Curva de aprendizaje	Riesgo Alto	Minimizar uso de tecnologías desconocidas. Identificar tempranamente herramientas críticas y capacitarse antes de implementarlas.

Incremento de costos	Riesgo Alto	Utilizar presupuestos en dólares o monedas estables. Negociar cláusulas de actualización de precios con proveedores.
Cambios en los requerimientos	Riesgo Medio	Aplicar un proceso formal de gestión de cambios. Evaluar impacto en tiempo/costo. Documentar, validar y comunicar todo cambio con las partes interesadas.
Dificultades en integraciones	Riesgo Medio	Realizar un análisis exhaustivo de servicios externos desde el inicio. Establecer contacto técnico con proveedores para resolver dudas anticipadamente.
Retrasos en cronograma	Riesgo Medio	Estimar con márgenes de seguridad. Monitorear avance cada semana. Ampliar el equipo si se detectan cuellos de botella.

Tabla 27: Plan de contingencia. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El desarrollo del sistema para el control, seguimiento y tratamiento de pacientes crónicos mediante una aplicación web y móvil ha permitido abordar una problemática concreta en el ámbito de la salud: la falta de adherencia a tratamientos médicos prolongados y la dificultad de seguimiento personalizado por parte de los profesionales de la salud.

La propuesta permitió cumplir con el objetivo general, al implementar una herramienta tecnológica que mejora sustancialmente la comunicación entre médico y paciente, optimiza el tiempo de consulta, y permite realizar un seguimiento activo del cumplimiento terapéutico. A través de funcionalidades como la programación de rutinas de medicación, alertas automatizadas, monitoreo en tiempo real y generación de reportes, se logra empoderar tanto al paciente como al profesional de la salud en el manejo de enfermedades crónicas.

Los objetivos específicos también se alcanzaron en su totalidad: se diseñaron interfaces intuitivas, se desarrollaron mecanismos de interoperabilidad entre los módulos web y móviles, y se garantizó la escalabilidad del sistema mediante tecnologías modernas como Firebase y React Native. Asimismo, se atendieron aspectos clave como la protección de datos sensibles, en cumplimiento con normas internacionales como la ISO 27001.

Desde un enfoque técnico, el proyecto implicó la superación de diversos desafíos relacionados con la integración de tecnologías, la experiencia de usuario y la seguridad. Enfrentar estos retos favoreció el desarrollo de competencias profesionales relevantes, como el trabajo con arquitecturas cliente-servidor, la implementación de autenticación segura y la gestión de proyectos de software con criterios de calidad.

Desde una perspectiva social y sanitaria, la solución propuesta representa una contribución significativa: no solo facilita el control de enfermedades crónicas, sino que también puede escalarse hacia otros contextos clínicos donde el monitoreo continuo sea esencial, como la pediatría, geriatría o salud mental. El sistema ofrece una alternativa innovadora y accesible para instituciones de salud interesadas en digitalizar sus procesos sin grandes inversiones en infraestructura.

Por último, el proyecto ha dejado como aprendizaje la importancia de integrar tecnología con conocimiento de dominio, validando constantemente con los usuarios finales —médicos y pacientes— para asegurar la pertinencia funcional del sistema. A

futuro, se proyecta la incorporación de inteligencia artificial para anticipar incumplimientos en tratamientos, análisis estadístico para identificar patrones en la adherencia terapéutica y mejoras en la accesibilidad de la app para personas mayores o con discapacidades visuales.

En conclusión, el proyecto no solo cumplió los objetivos planteados, sino que demostró viabilidad técnica, utilidad social y posibilidad de evolución tecnológica. Representa una solución concreta con impacto positivo en la atención médica, y a la vez, un valioso ejercicio académico de integración de conocimientos, gestión de proyecto, desarrollo de software y compromiso ético con la salud pública.

Demo

El link que se presenta a continuación corresponde a una carpeta almacenada en la nube de Google Drive, la cual contiene toda la información para desplegar la aplicación de forma local. Posteriormente, es necesario abrir el archivo llamado Instructivo.docx, que sirve de guía para realizar esto.

<https://drive.google.com/drive/folders/1Ah3k6thjHtwXpoBSK7xrkA8WiXft9Pc5>

Referencias

- Backes C, Moyano C., Rimaud C., Bienvenu C., Schneider M., 2021, P. Digital Medication Adherence Support: Could Healthcare Providers Recommend Mobile Health Apps, *Frontiers in Medical Technology*, Vol. 2 <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmedt.2020.616242>
- Backes, C., Moyano, C., Rimaud, C., Bienvenu, C., & Schneider, M. (2021). Digital medication adherence support: Could healthcare providers recommend mobile health apps? *Frontiers in Medical Technology*, 2. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmedt.2020.616242/full>
- Brown MT, Bussell JK. Medication adherence: WHO cares? *Mayo Clin Proc*. 2011 Apr;86(4):304-14. doi: 10.4065/mcp.2010.0575. Epub 2011 Mar 9. PMID: 21389250; PMCID: PMC3068890.
- Cutler R, Fernández-Llimos F, Frommer M, et al, Impacto económico de la falta de adherencia a la medicación por grupos de enfermedades: una revisión sistemática *Abierto BMJ* 2018; 8: e016982. doi: 10.1136/bmjopen-2017-016982
- Feldman, R. (2019). *Choosing the Right JavaScript Framework*. O'Reilly Media.
- Flanagan, D. (2020). *JavaScript: The Definitive Guide (7th ed.)*. O'Reilly Media.
- Google Cloud. (2023). *Firebase Pricing & Infrastructure*. <https://cloud.google.com/firebase>
- Google Firebase. (2023). *Firebase Documentation*. <https://firebase.google.com/docs>
- Instituto Nacional del Cáncer. (2021). *Terapia farmacológica*. *Diccionario de cáncer*. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/terapia-farmacologica>
- Liebert, M. A. (2009). *Medication adherence: The elephant in the room*.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2998278/>

Organización Mundial de la Salud. (2017). WHO launches global effort to halve medication-related errors in 5 years. <https://www.who.int/news/item/29-03-2017-who-launches-global-effort-to-halve-medication-related-errors-in-5-years>

Stack Overflow. (2023). Developer Survey 2023. <https://survey.stackoverflow.co/2023>

Tilkov, S., & Vinoski, S. (2010). Node.js: Using JavaScript to Build High-Performance Network Programs. *IEEE Internet Computing*, 14(6), 80–83.
<https://doi.org/10.1109/MIC.2010.145>

US Pharmacist. (2018). Medication adherence: The elephant in the room.
<https://www.uspharmacist.com/article/medication-adherence-the-elephant-in-the-room>

Anexos

Anexo 1. Modelo de entrevista utilizado

1. ¿Qué le ha llevado a utilizar aplicaciones móviles en su rutina diaria? [texto abierto]
2. ¿Cuántas apps/aplicaciones tiene instaladas en su celular? Que no sean de fábrica de su dispositivo. [texto abierto]
3. ¿Cuántas apps/aplicaciones de pago ha descargado en el último año?
4. 5. ¿Qué tipo de apps/aplicaciones utiliza con mayor frecuencia?

Puede seleccionar más de una opción.

Categorías	Apps /aplicaciones gratuitas	Apps /aplicaciones gratuitas pero hice una compra In-App	Apps/aplicaciones de pago
Compras			
Entretenimiento			
Redes sociales			
Salud y entrenamiento			
Bancarias			

5. ¿En cuál de las siguientes categorías ha aumentado su uso de apps/aplicaciones? Puede seleccionar más de una opción

- ☐ Redes sociales (Ej.: Instagram, Twitter, etc.)
- ☐ Streaming de video (Ej.: Netflix)
- ☐ Videoconferencias (Ej. Zoom)
- ☐ Podcast, música, audio (Ej.: Spotify)
- ☐ Compras retail (Minorista. Ej.: Amazon)
- ☐ Juegos
- ☐ Salud, ejercicio, entrenamiento

☐ Comida, alimentos u otros servicios a domicilio

6. ¿Qué opina de las aplicaciones para uso profesional? [Texto abierto]
7. ¿Qué es lo que menos le gusta de las aplicaciones móviles? [opción múltiple o texto abierto]
8. ¿Cómo elabora las instrucciones de tratamientos para sus pacientes? ¿Se pierde tiempo en la elaboración de las rutinas? [Texto abierto]
9. ¿Estaría interesado en probar una aplicación que le ayude a elaborar las rutinas médicas de forma ágil, mientras atiende los pacientes sin tener que perder tiempo escribiendo instructivos?
10. ☐ Sí ☐ No ¿Por qué? [Texto abierto]
11. ¿Qué pretende conseguir con la aplicación móvil de uso profesional? [opción múltiple o texto abierto]