Horizonte Académico
Revista Multidisciplinaria
Recibido: 08/12/2024 Aprobado: 18/01/2025

DOI: https://doi.org/10.70208/3007.8245.v5.n1.75

Aplicación móvil para la gestión de medicamentos mediante .NET y Firebase

Marco Antonio Aguilar Cortés
marco.ac@teziutlan.tecnm.mx
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

Miguel Aguilar Cortés
miguel.ac@teziutlan.tecnm.mx
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

Jacobo Robles Calderón
jacobo.rc@teziutlan.tecnm.mx
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

Héctor Vicenteño Rivera
hector.vr@teziutlan.tecnm.mx
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

Guadalupe Robles Calderón
guadalupe.rc@teziutlan.tecnm.mx
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

RESUMEN

El ritmo de vida acelerado de la sociedad actual hace que muchas personas descuiden su salud. Mientras algunos se preocupan por su bienestar, otros no prestan suficiente atención, lo que se refleja en la falta de asistencia médica y el incumplimiento en la toma de medicamentos. El olvido es una causa común de este problema, generando consecuencias graves como la resistencia a los medicamentos y el avance de enfermedades, afectando especialmente a quienes padecen enfermedades crónicas, donde la adherencia al tratamiento es fundamental. La presente investigación describe el desarrollo de una solución tecnológica para mejorar la gestión de medicamentos. Dicha solución está compuesta por dos aplicaciones: una aplicación móvil desarrollada con el Framework de Flutter y Dart como lenguaje de programación, y un servicio RESTful implementado con .NET 8. Además, se integraron servicios de Firebase para el envío de notificaciones push. Por otra parte, la aplicación puede sincronizarse con smartwatches, permitiendo que los recordatorios se reciban directamente en el reloj siempre y cuando el dispositivo permanezca sincronizado con el teléfono. La solución tecnológica implementada mejora la gestión de medicamentos al enviar notificaciones push a los usuarios, facilitando el cumplimiento de sus tratamientos y reduciendo el riesgo de olvidos. Esto contribuye a una recuperación más segura y a una mejor calidad de vida. Además, la combinación de tecnologías utilizadas permite una comunicación eficiente, ofreciendo una herramienta accesible a diversas necesidades en el ámbito de la salud.

Palabras clave: aplicación móvil, firebase, flutter, medicamento, web api

Mobile application for medication management using .NET and Firebase

ABSTRACT

The fast-paced lifestyle of today's society leads many people to neglect their health. While some are concerned about their well-being, others do not pay enough attention, which is reflected in the lack of medical care and non-adherence to medication. Forgetfulness is a common cause of this issue, leading to serious consequences such as medication resistance and disease progression, especially affecting individuals with chronic conditions, where adherence to treatment is essential. This study presents the development of a technological solution to enhance medication management. The solution consists of two applications: a mobile application developed with Flutter framework and Dart as the programming language, and a RESTful service implemented using .NET 8. Additionally, Firebase services were integrated for sending push notifications. Furthermore, the application can sync with smartwatches, ensuring that reminders are received directly on the watch, provided it stays connected to the phone. The implemented technological solution improves medication management by sending push notifications to users, facilitating adherence to their treatments and reducing the risk of forgetfulness. This contributes to a safer recovery and a better quality of life. Furthermore, the combination of these technologies enables efficient communication, offering a versatile tool that meets various healthcare needs.

Keywords: mobile application, firebase, flutter, medicine, web api

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se caracteriza por un ritmo de vida acelerado, donde las personas deben atender múltiples responsabilidades de manera simultánea como el trabajo, la familia, los estudios y otras situaciones personales. Este estilo de vida lleva a descuidar aspectos importantes de la salud. Por un lado, existen individuos que se preocupan por su bienestar y por las enfermedades que podrían adquirir debido a su estilo de vida (El Economista, 2023) y por otro, existen personas que no prestan la debida atención a su salud, lo que se refleja en la irregularidad para asistir a consultas médicas o en la falta de cumplimiento en la toma de medicamentos prescritos (R. Chavez, 2024). Por lo regular, este incumplimiento suele ocurrir por olvido, lo que puede tener graves consecuencias para el sistema de salud. Entre estas consecuencias se encuentran la resistencia a los medicamentos, que reduce su efectividad en el cuerpo, y la progresión de las enfermedades, lo que deteriora la calidad de vida de los pacientes (Rueda, 2022). Esto es especialmente crítico en el caso de enfermedades crónicas, donde la adherencia continua e ininterrumpida al tratamiento es esencial para el manejo efectivo de la enfermedad. De acuerdo con López et al., (2016), se entiende por adherencia la toma de medicamentos según la prescripción médica y el cumplimiento de otras recomendaciones como asistencia a consultas médicas para seguimiento, dietas, cambio de hábitos, entre otras. Según Díaz et al., (2024), los principales factores que contribuyen a la falta de adherencia terapéutica pueden agruparse en tres categorías: aquellos vinculados al régimen de tratamiento, como las reacciones adversas, la coexistencia de otras enfermedades y la duración prolongada del tratamiento; los relacionados con la persona, que incluyen el estrés, la depresión, el estigma, el olvido y el consumo de sustancias psicoactivas; y los derivados del contexto social, destacando la ausencia de apoyo familiar y social. Otros factores son la no disponibilidad del medicamento, el alivio de síntomas y bajo conocimiento de la enfermedad, Burgal et al., (2021).

Un ejemplo de enfermades crónicas es la insuficiencia cardiaca, una enfermedad crónica que afecta las actividades diarias debido a la presencia de disnea, fatiga y edemas, sin embargo, se han demostrado tratamientos que han sido efectivos para controlar la insuficiencia cardiaca, sin embargo, por falta de

autocuidado en la baja adherencia al tratamiento, no es posible alcanzar los objetivos en el manejo de dicha patología (Hernández Pinzón & Flórez Flórez, 2017).

Ante esta situación, surge la necesidad de utilizar soluciones tecnológicas que integren recordatorios en los dispositivos con los que las personas interactúan con mayor frecuencia a lo largo del día, como los smartphones y smartwatches. Actualmente, existen aplicaciones disponibles en las tiendas virtuales que permiten configurar alarmas para recordar la toma de medicamentos. Sin embargo, estas aplicaciones tienen limitaciones, ya que dependen únicamente de la visibilidad de las alarmas en el dispositivo. En ocasiones, el usuario puede no tener el dispositivo a mano debido a la falta de carga de la batería u otras circunstancias, lo que impide verificar si es momento de tomar el medicamento.

De acuerdo con investigaciones recientes, se han desarrollado soluciones tecnológicas que facilitan un mejor control tanto de los horarios como de los medicamentos, gracias a la integración de aplicaciones con bases de datos para gestionar esta información, Flores et al., (2023). Por otro lado, Pitti et al., (2024) presentan una solución innovadora que utiliza el reconocimiento de medicamentos mediante códigos QR, permitiendo a los pacientes identificar correctamente el fármaco correspondiente. Además, esta tecnología puede proporcionar audios explicativos sobre los resultados esperados del tratamiento. Menciona que sus trabajos a futuro estas aplicaciones incluyan en el futuro funciones avanzadas, como la identificación de posibles contraindicaciones de los medicamentos y recordatorios personalizados para los usuarios a través de Inteligencia Artificial.

Por su parte, Arredondo et al., (2023) destacan el impacto positivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la gestión de enfermedades, señalando que estas herramientas no generan riesgos para los usuarios, no interfieren con las terapias farmacológicas tradicionales y ofrecen múltiples beneficios. Aunque existen limitaciones en la accesibilidad, se subraya que estas pueden ser abordadas y resueltas con facilidad, ampliando así su alcance y utilidad en el ámbito de la salud.

El principal objetivo de esta investigación es desarrollar una aplicación móvil que facilite la gestión de medicamentos mediante notificaciones push, asegurando que los usuarios reciban recordatorios antes de la hora programada para la toma de sus medicamentos. De esta manera, se busca evitar

interrupciones en el tratamiento y garantizar que los usuarios no enfrenten complicaciones de salud en el futuro. La aplicación está diseñada para beneficiar a una amplia gama de usuarios, desde aquellos con infecciones leves hasta personas con enfermedades crónicas que requieren una adherencia estricta al tratamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

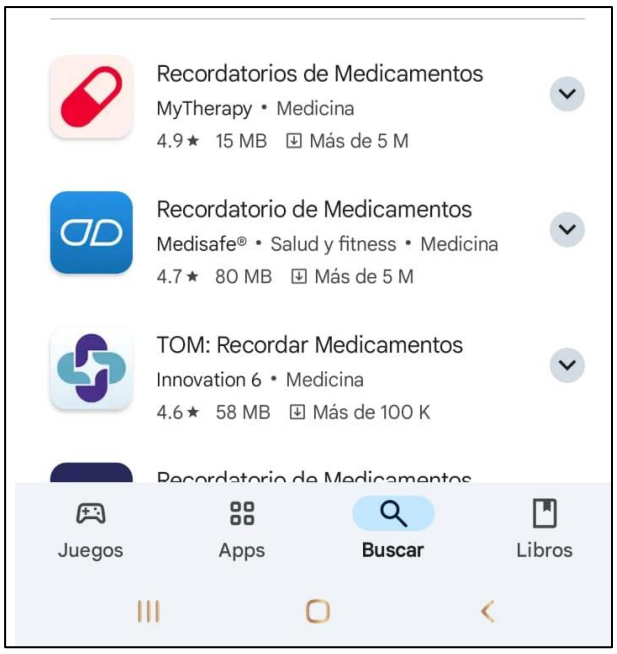
METODOLOGÍA

El desarrollo de la solución se llevó a cabo siguiendo una metodología que permite una rápida adaptación a los cambios. A continuación, se detallan las fases y actividades clave del proyecto.

Análisis de requerimientos

En esta fase, se identificaron las funcionalidades principales de la aplicación, como el envío y recepción de notificaciones push, la configuración de horarios de medicación y la gestión de usuarios. Además, se documentaron las especificaciones técnicas, lo que incluyó las tecnologías de desarrollo y base de datos. El análisis de esta etapa es muy importante ya que existen otro tipo de aplicaciones en Play Store y App Store que dan solución a esta problemática, sin embargo, solo se apoyan de recursos del teléfono, pero no de servicios en la nube como Firebase para tener un mecanismo extra de notificaciones. En la figura 1 se muestran los resultados de la búsqueda de aplicaciones similares en la Play Store.

Figura 1. Aplicaciones similares en tiendas virtuales



Por otro lado, se han realizado investigaciones sobre el desarrollo de proyectos que apoyan el recordatorio de medicamentos mediante soluciones tecnológicas. Por ejemplo,

Diseño

En la etapa de diseño, se creó una arquitectura basada en microservicios, donde la Web API desarrollado en .NET 8 maneja la lógica de negocio. Así mismo, se diseñó el prototipo en Figma una poderosa herramienta colaborativa que puede reemplazar fácilmente varias aplicaciones de diseño, además es una de las herramientas favoritas de muchos diseñadores y se está volviendo cada vez más popular, Staiano (2022).

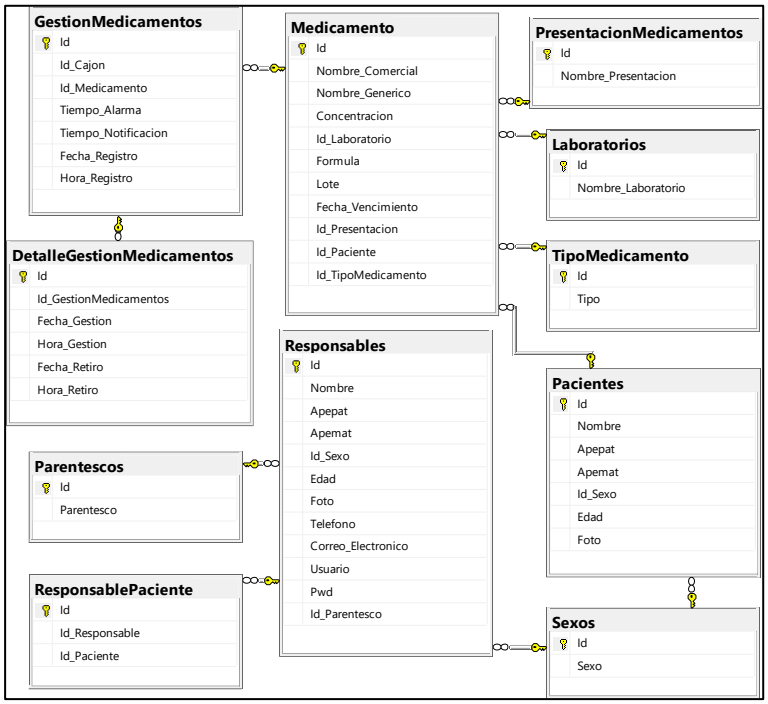
Se diseñó la base de datos con el objetivo de evitar la redundancia de información, asegurando que los datos estén organizados de manera eficiente y normalizada. Lo más importante es garantizar la seguridad y la integridad de la información de los usuarios, incluyendo los medicamentos y los horarios de toma, para proteger la privacidad y confiabilidad del sistema.

En la figura 2 se presenta el prototipo creado en Figma. Las flechas que conectan los distintos elementos indican cómo se interactúa con cada pantalla, simulando el flujo y funcionamiento de la aplicación. En la figura 3 se muestra el diagrama de la base de datos realizado en SQL Server Management Studio.

Figura 2. Diseño de prototipo en Figma



Figura 3. Diseño de Base de Datos



DESARROLLO

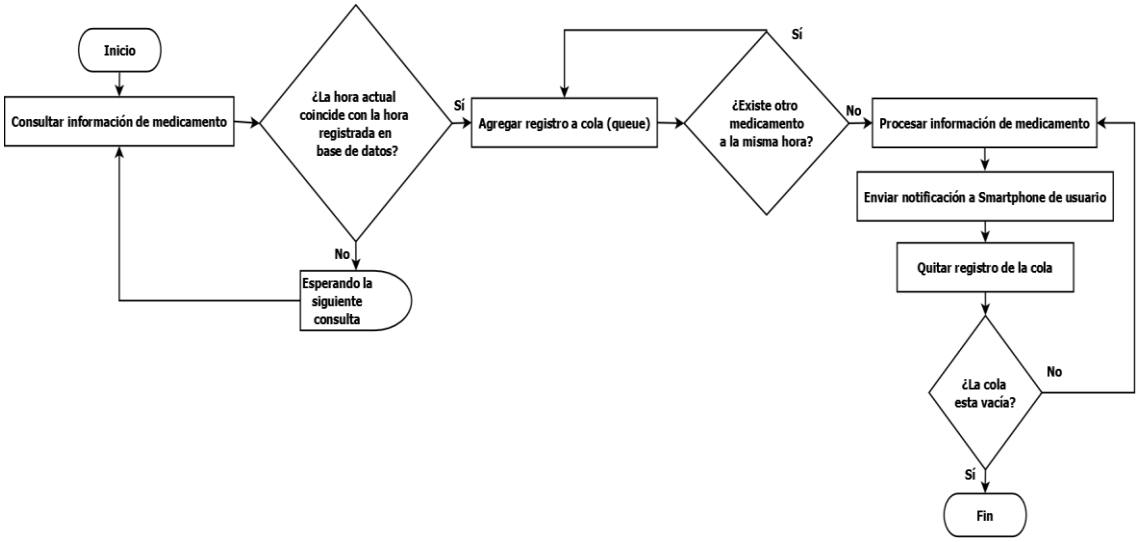
El Desarrollo de la aplicación se dividió en varias fases. En la codificación del front-end, se utilizó el lenguaje de programación Dart y el Framework Flutter gracias a que se pueden desarrollar aplicaciones para dispositivos Android como iOS, lo que permite a los usuarios recibir y responder a las notificaciones enviadas por el servicio de Firebase. En cuanto al back-end, se creó un proyecto de tipo WebAPI utilizando el Framework .NET 8. Este tipo de proyectos no requiere una interfaz gráfica, sino únicamente servicios que se conecten con la base de datos. En ASP.NET Core, las tareas en segundo plano pueden implementarse como servicios hospedados, donde un servicio hospedado es una clase que contiene la lógica de la tarea en segundo plano y que implementa la interfaz IHostedService (Microsoft, 2024). Esta herramienta ofrece varias opciones de implementación, lo que permite mejorar el rendimiento en el procesamiento de registros. La base de datos empleada es SQL Server. Al momento de que el usuario ingresa a la aplicación, se registra un token que identifica al usuario para asegurar que las notificaciones se envíen correctamente.

Implementación

Al concluir la fase de desarrollo, el proyecto WebAPI se preparó para su despliegue en un entorno de producción. Para ello, se publicó en IIS (Internet Information Services), un servidor web que permite gestionar las aplicaciones web y servicios RESTful. Este servidor fue configurado en un equipo con sistema operativo Windows Server 2022, estableciendo las conexiones entrantes y salientes necesarias para su funcionamiento a través de internet. El propósito de esta implementación es permitir que la aplicación móvil realice solicitudes diarias a una base de datos SQL Server, con el fin de recuperar los registros y horarios de medicación de cada paciente. Una vez obtenidos los datos, estos son procesados para determinar qué medicamentos deben administrarse a lo largo del día.

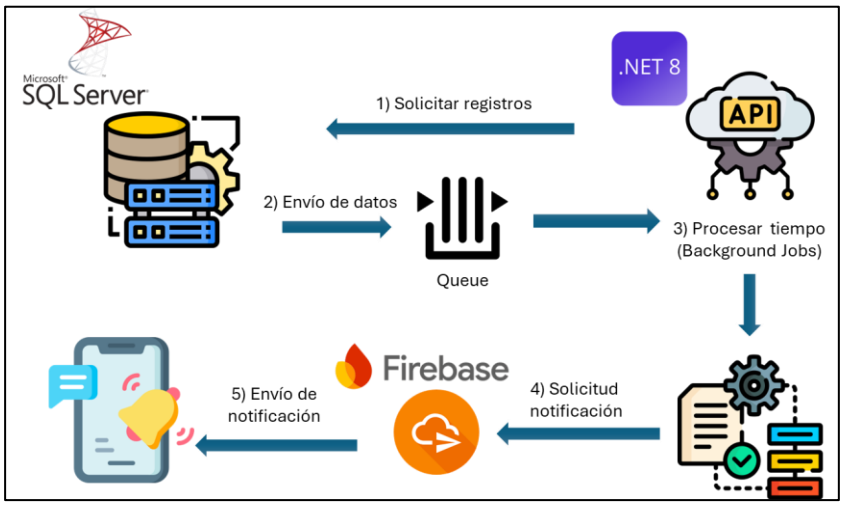
Para que la aplicación pueda indicar el momento en que un medicamento debe ser administrado, se emplea una tarea en segundo plano. Este proceso se ejecuta de manera continua y automática a intervalos regulares, sin necesidad de un temporizador visible para el usuario. Su función principal es consultar la base de datos y verificar si la hora actual coincide con la programada para la toma de un medicamento. Cuando se detecta una coincidencia, los registros de los medicamentos se almacenan en una cola (queue), una estructura de datos basada en el principio FIFO (First In, First Out), es decir, el primero en ingresar es el primero en procesarse. La implementación de esta cola permite manejar situaciones en las que varios medicamentos deben administrarse al mismo tiempo, asegurando que todas las notificaciones sean enviadas correctamente y sin sobrecargar el sistema. Las notificaciones se procesan de manera escalonada, enviándose una a la vez hasta que todos los medicamentos han sido notificados. Este procedimiento se repite hasta que la cola queda vacía y no hay más medicamentos pendientes de administración. En la Figura 4 se muestra el diagrama del proceso de consulta y almacenamiento de los registros en la estructura de datos.

Figura 4. Diagrama de proceso de envío de notificación



Una vez que la información del medicamento es procesada y retirada de la cola de registros, se envía una solicitud a los servicios de Firebase utilizando el identificador único del dispositivo móvil con el que el usuario fue registrado. Esto permite generar y enviar la notificación correspondiente en el momento adecuado, asegurando que el usuario reciba la alerta de manera oportuna. Este flujo de información se representa en la Figura 5, donde se detallan cada una de las etapas del proceso, desde la recuperación de los datos hasta la entrega de la notificación al usuario.

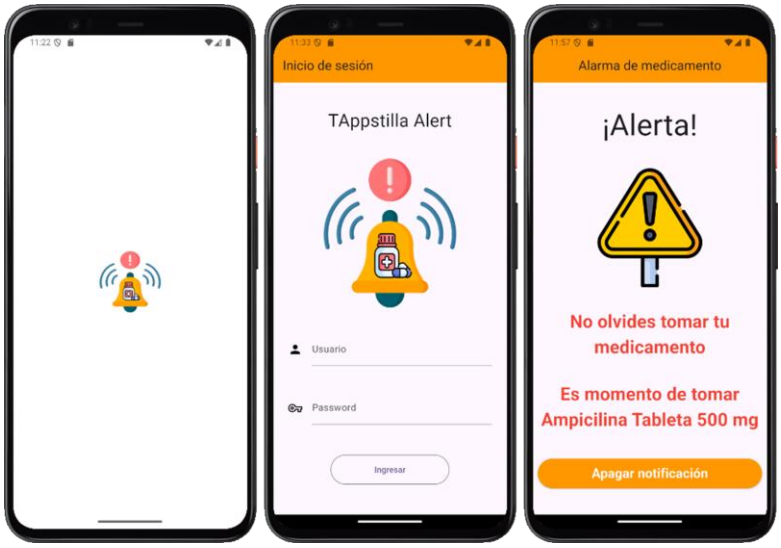
Figura 5. Proceso de envío de entrega de notificación al usuario



RESULTADOS

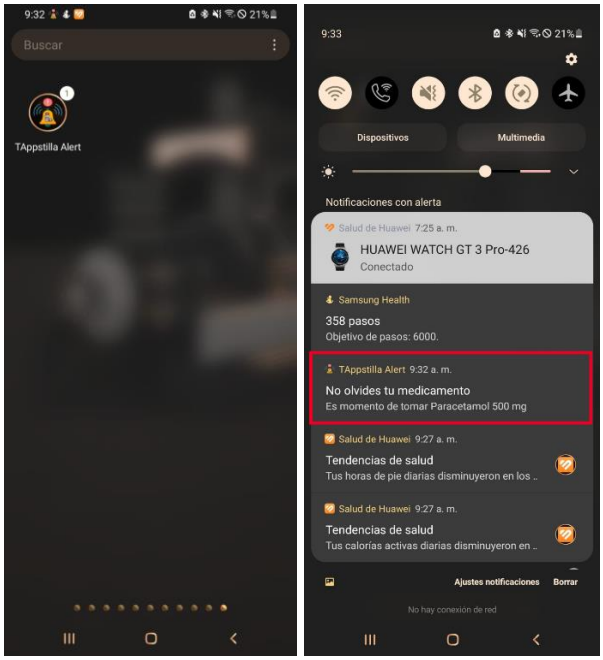
En la figura 6, se muestran las primeras pruebas de la aplicación en un dispositivo virtual.

Figura 6. Primeras pruebas de App



En la figura 7 se muestra la notificación recibida en el teléfono después de que el WebAPI ejecuta la orden enviada por el proceso en segundo plano para enviar el recordatorio. Gracias a los servicios de Firebase, no es necesario que la aplicación esté activa en ese momento; incluso si la aplicación está cerrada, la notificación llegará al dispositivo móvil, garantizando que el usuario reciba la alerta.

igura 7. Evidencia de notificación



En la figura 8 se ilustra la recepción de notificaciones en relojes inteligentes, utilizando como prueba un Huawei Watch GT 3 Pro para recordar al usuario la toma de su medicamento.

Figura 8. Notificación en Smartwatch



DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que la aplicación móvil ha sido una herramienta efectiva para mejorar la adherencia de los usuarios a su tratamiento prescrito, lo que ha contribuido a una recuperación más efectiva. En particular, las notificaciones push desempeñaron un papel importante en el cumplimiento de los horarios de medicación, ya que su funcionalidad, similar a la de una alarma, permitió recordar a los usuarios el momento en que debían tomar su medicamento.

En cuanto a la interfaz de la aplicación, la mayoría de los comentarios fueron positivos, destacando su facilidad de uso y eficacia en la gestión de la medicación diaria. La combinación de una interfaz intuitiva y funcionalidades bien diseñadas hizo que la aplicación fuera accesible para una amplia variedad de usuarios. Una de las principales ventajas de la solución propuesta es su capacidad para sincronizarse con smartwatches, lo que permite que las notificaciones se envíen directamente al reloj. Esta funcionalidad representa una alternativa adicional para garantizar que el usuario reciba los recordatorios, incluso cuando no tiene acceso inmediato a su dispositivo móvil. El proceso de confirmación de la toma de medicamentos también demostró ser un elemento clave para reforzar la adherencia al tratamiento. Una vez que el usuario confirma la toma de la dosis, la aplicación actualiza el estado del medicamento y finaliza el proceso hasta la siguiente dosis programada. Este enfoque no solo optimiza la gestión del tratamiento, sino que también brinda una capa adicional de seguridad al garantizar que los recordatorios sean recibidos y atendidos oportunamente.

A pesar de sus beneficios, existen ciertas limitaciones que pueden afectar el correcto funcionamiento de la aplicación. Uno de los aspectos más relevantes es que, si el usuario no otorga los permisos necesarios para recibir notificaciones, la aplicación no podrá enviar los recordatorios sobre la toma de medicamentos.

Asimismo, es fundamental asegurar la conectividad entre el smartphone y el smartwatch, ya que algunos modelos de relojes inteligentes dependen de una vinculación constante con el teléfono para recibir notificaciones. Si la conexión se pierde, los recordatorios no llegarán al dispositivo.

Por último, la aplicación requiere una conexión a internet, ya sea por conexión inalámbrica o datos móviles, para garantizar la entrega de notificaciones en tiempo real. En caso de que el usuario no cuente con acceso a la red o se encuentre en una zona sin cobertura, las alertas no serán enviadas.

Estos aspectos deben ser considerados para garantizar el correcto funcionamiento de la aplicación y maximizar su efectividad en la gestión de la medicación.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la aplicación móvil ha demostrado ser una solución eficaz para mejorar la gestión de medicamentos, especialmente para aquellos usuarios que requieren un seguimiento de sus tratamientos. A través de la implementación de notificaciones push, la aplicación facilita que los usuarios recuerden la toma de sus medicamentos en los horarios prescritos, lo que mejora la adherencia al tratamiento.

Cuando se combinan tecnologías como Dart, Flutter, Firebase y .NET 8, se logran crear soluciones innovadoras que pueden ayudar a resolver necesidades de los usuarios, entre ellas, las que son relacionadas con el tema de la salud.

Gracias a la capacidad de la aplicación para vincularse con smartwatches, se garantiza que los usuarios reciban las notificaciones y puedan tomar el medicamento prescrito por el médico de manera oportuna.

Un aspecto importante es que las notificaciones permanecen en el teléfono móvil hasta que son atendidas o eliminadas manualmente, lo que asegura que el recordatorio esté siempre disponible.

Vivir en una sociedad donde el ritmo de vida es muy acelerado, es muy complicado para los pacientes recordar cuando deben tomar un medicamento, sin embargo, con el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas soportadas por servicios que permiten enviar notificaciones en tiempo real, podrán tener al alcance de la mano un asistente virtual que los ayuda a tener una pronta recuperación sin que tratamiento se vea suspendido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arredondo Correa, M. P., Díaz Quintanilla, V., Fuentes Navarrete, Y., Troncoso Pérez, P., Vergara Cortés, J., & Vidal Fuentes, A. (2023). Uso de TIC´s para el manejo de enfermedades cardiovasculares. Notas de Enfermería, 24(42), 68 - 76. doi:https://doi.org/10.59843/2618-3692.v24.n42.42956

Burgal Cintra, C. J., Pérez Bichor, A., & Ortega López, I. L. (2021). Caracterización de la adherencia terapéutica en adultos mayores hipertensos. Revista Médica Electrónica, 1606 - 1616.

Díaz Gallegos, K. L., Trejo Luna, M. A., Vuele Duma, D. M., & Ayora Apolo, D. C. (2024). Adherencia al tratamiento antirretroviral en pacientes adultos con VIH-SIDA: un artículo de revisión. NURE investigación: Revista Científica de enfermería, 5(128), 1 - 11. doi:https://doi.org/10.58722/nure.v21i128.2443

El Economista. (19 de Abril de 2023). 5 de cada 10 mexicanos están preocupados por sus costumbres poco saludables: Allianz Partners. Recuperado el 2024 de Mayo de 31, de https://www.eleconomista.com.mx/los-especiales/5-de-cada-10-mexicanos-estan-preocupados-por-sus-costumbres-poco-saludables-Allianz-Partners-20230419-0033.html

Flores Diaz, A., Rodríguez Ramírez, K. L., de la Cruz Huerta, R. E., Anguiano Bello, E., & Galeana Brito, M. G. (2023). Aplicación Móvil Para Notificar El Control De Medicamentos De Untratamiento Médico. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(3), 3708 - 3718. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6435

Hernández Pinzón, C., & Flórez Flórez, M. L. (2017). Adherencia al tratamiento en la insuficiencia cardiaca y las tecnologías de la información y comunicación. Revista Colombiana de Cardiología, 96 - 104. doi:https://doi.org/10.1016/j.rccar.2016.07.001

López Romero, L. A., Romero Guevara, S. L., Parra, D. I., & Rojas Sánchez, L. Z. (2016). Adherencia al tratamiento: concepto y medición. Hacia la promoción de la salud, 117 - 137. doi:10.17151/hpsal.2016.21.1.10

Microsoft. (10 de Mayo de 2024). ASP.NET Core in .NET 8.0. Obtenido de Tareas en segundo plano con servicios hospedados en ASP.NET Core: https://learn.microsoft.com/es-es/aspnet/core/fundamentals/host/hosted-services?view=aspnetcore-8.0&tabs=visual-studio

Pitti, I., Aguilar, R., Saldana Barrios, J. J., & Moreno, Y. (2024). Aplicación Android para el reconocimiento de medicamentos mediante QR, texto a voz e inteligencia artificial. Revista de Iniciación Científica, 10(2), 50 - 57. doi:https://doi.org/10.33412/rev-ric.v10.2.4021

R. Chavez, A. (2 de Abril de 2024). YouGov. Recuperado el 31 de Mayo de 2024, de https://business.yougov.com/es/content/49057-mexico-mas-mitad-cuestiona-cuida-su-salud-2024

Rueda, A. (05 de Diciembre de 2022). Salud con lupa. Recuperado el 24 de Abril de 2024, de https://saludconlupa.com/comprueba/razones-por-las-que-debes-tomar-tus-medicamentos-a-tiempo/

Staiano, F. (2022). Designing and Prototyping Interfaces with Figma: Learn essential UX/UI design principles by creating interactive prototypes for mobile, tablet, and desktop. Birmingham: Packt Publishing.