



**Plataforma web inteligente para la adherencia terapéutica en adultos mayores:
agente de IA conversacional, OCR de recetas y acompañamiento familiar**

Autores

Cardenas Riaño Hector Andres

Castaño Barrera Daniel

Valencia Barrera Daniela

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniería de Sistemas

Director (a):

López Castrillón William

Universidad Ean

Ingeniería

Proyecto de integración

Ciudad, Colombia

23/03/2026

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

Tabla de contenidos

Resumen.....	5
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
Hipótesis.....	9
Pregunta de investigación.....	9
Marco teórico.....	10
Estado del arte (Metodología PRISMA).....	12
Metodología de Revisión (Protocolo PRISMA).....	13
Bases de datos consultadas.....	14
Ecuación de búsqueda.....	14
Periodo temporal e idiomas.....	14
Proceso de Selección.....	14
Fase 1 (Identificación).....	14
Fase 2 (Cribado).....	14
Fase 3 (Elegibilidad).....	14
Fase 4 (Inclusión).....	15
Criterios de inclusión.....	15
Criterios de Exclusión:.....	15
Análisis Crítico y Tendencias Metodológicas.....	16
Sistemas de Notificación y Redes de Apoyo:.....	16
Visión Artificial y Procesamiento de Imágenes (OCR):.....	16
Limitaciones comunes.....	17
Brecha de investigación.....	17
Metodología.....	26
Resultados.....	27
Análisis de resultados.....	31
Situación Actual: El Abismo de la No Adherencia.....	32
Oportunidades Tecnológicas y Conceptuales.....	33
Arquitectura de la Solución: Un Ecosistema Robusto y Escalable.....	33
Módulos Funcionales Detallados.....	34
Discusión.....	35
Interpretación de los Resultados de Usabilidad (Escala SUS y TAM).....	35
Rendimiento Técnico del OCR y el Reto de la Caligrafía.....	35
Eficacia de la Omni-canalidad y la Automatización con n8n.....	36
Seguridad, Privacidad y Sostenibilidad.....	36
Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación.....	37

Conclusión de la Discusión.....	37
Plan de divulgación.....	38
Canal principal: Artículo científico en revista indexada.....	38
Acciones necesarias para la preparación del manuscrito.....	38
Canal complementario: Presentación en evento académico o semillero.....	39
Canal adicional: Propuesta Impacta EAN.....	39
Cronograma estimado y recursos requeridos.....	39
Resultados esperados en términos de impacto y transferencia.....	40
Conclusiones.....	41
Referencias bibliográficas.....	44

Resumen

La baja adherencia terapéutica afecta aproximadamente al 50% de los pacientes crónicos según la Organización Mundial de la Salud, siendo los adultos mayores el grupo más vulnerable debido a barreras cognitivas, visuales y de diseño en las herramientas digitales actuales. El objetivo de esta investigación fue diseñar y evaluar una plataforma inteligente de escritorio que integra modelos de lenguaje (LLM), reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y un módulo de monitoreo familiar para optimizar la adherencia y usabilidad en esta población. Se empleó un enfoque metodológico mixto de corte transversal con una muestra de 30 pacientes, utilizando la escala SUS y el modelo TAM para la validación de usabilidad y aceptación. Los resultados técnicos demostraron una precisión del OCR del 98% en textos impresos y del 78% en manuscritos, mientras que el asistente conversacional alcanzó un 85% de éxito en sus interacciones. La evaluación de usabilidad arrojó una puntuación global de 72 puntos en la escala SUS, validando la hipótesis de aceptabilidad al superar el umbral de 68 puntos definido en la literatura. En la discusión se destaca que la orquestación de notificaciones omnicanal y el acompañamiento familiar actúan como refuerzos conductuales que reducen la carga cognitiva. Se concluye que la integración de IA generativa y el diseño centrado en el humano (ISO 9241-210) conforman una solución robusta para mejorar el cumplimiento del tratamiento, aunque la variabilidad caligráfica médica aún requiere supervisión del cuidador.

Abstract

Low medication adherence affects nearly 50% of chronic patients according to the World Health Organization, with older adults being particularly vulnerable due to cognitive and visual barriers, alongside design gaps in existing digital tools. This research aimed to design and evaluate an intelligent desktop platform integrating Large Language Models (LLM), Optical Character Recognition (OCR), and a family monitoring module to optimize adherence and usability. A mixed-methods, cross-sectional approach was conducted with a sample of 30 patients, employing the SUS scale and the TAM model for usability and acceptance validation. Technical results showed OCR accuracy of 98% for printed text and 78% for handwritten prescriptions, while the conversational assistant achieved an 85% success rate in interactions. Usability testing yielded an overall SUS score of 72, validating the acceptability hypothesis by exceeding the 68-point threshold established in the literature. The discussion emphasizes that omni-channel notifications and family support function as behavioral reinforcements that mitigate cognitive load. It is concluded that the integration of generative AI and human-centered design (ISO 9241-210) provides a robust solution for improving treatment compliance, although medical handwriting variability continues to necessitate caregiver supervision.

Keywords: Medication adherence, Older adults, Artificial intelligence, LLM, OCR, Usability, Family monitoring.

Introducción

El envejecimiento de la población y el aumento de las enfermedades crónicas han hecho que más adultos mayores necesiten tratamientos farmacológicos continuos y citas médicas frecuentes para mantener su salud. En este contexto, la adherencia terapéutica (tomar los medicamentos según la dosis, el horario y la duración indicados) es un factor crítico para los resultados clínicos, pues su incumplimiento reduce el beneficio real de los medicamentos y aumenta el riesgo de complicaciones prevenibles. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003) señala que la baja adherencia es un problema global de magnitud considerable y que, en países desarrollados, la adherencia promedio a terapias de largo plazo para enfermedades crónicas ronda el 50%, siendo aún menor en países en desarrollo.

La problemática no se explica únicamente por el olvido o la falta de voluntad, sino por una combinación de factores del paciente, del tratamiento, de la enfermedad y del entorno familiar. Además, la adherencia tiende a deteriorarse con el tiempo, especialmente después de los primeros meses. Por ello, Osterberg y Blaschke (2005) concluyen que mejorar la adherencia en condiciones crónicas suele requerir intervenciones multifactoriales que combinen recordatorios, apoyo conductual y seguimiento, dado que las intervenciones aisladas rara vez producen cambios sostenidos.

El crecimiento de la salud móvil ha impulsado el uso de recordatorios digitales como estrategia costo-efectiva para fomentar el autocuidado. Thakkar et al. (2016) encontraron en un metaanálisis que la mensajería móvil puede duplicar la probabilidad de adherir al tratamiento. Sin embargo, trasladar estas estrategias a adultos mayores exige considerar barreras propias de este grupo (cambios visuales, motrices y cognitivos, y baja alfabetización digital), ya que las aplicaciones existentes presentan problemas de navegación, visibilidad y confiabilidad de los recordatorios (Stuck et al., 2017). Adicionalmente, se ha documentado que el monitoreo colaborativo con familiares y cuidadores constituye un requisito funcional relevante en este tipo de soluciones, aunque su implementación sigue siendo limitada en las herramientas actuales (Ping et al., 2022).

En este marco, se identifican dos brechas principales: la brecha conductual (dificultad para mantener rutinas terapéuticas sostenidas) y la brecha de diseño (herramientas digitales con barreras de usabilidad para adultos mayores y funciones de seguimiento familiar que no siempre son claras ni confiables). Ambas brechas justifican el desarrollo de una solución que integre recordatorios, registro de medicamentos y citas y un módulo de monitoreo para familiares y cuidadores, a lo que se suma la incorporación de tecnologías de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para la extracción automatizada de datos de prescripciones médicas y un asistente conversacional basado en modelos de lenguaje, componentes que distinguen esta propuesta de las soluciones existentes en la literatura.

Objetivo general

Diseñar y desarrollar una plataforma inteligente basada en LLM y OCR, centrada en el adulto mayor que facilite recordatorios, el registro de medicamentos y citas, integre un módulo de monitoreo para familiares y cuidadores, y permita evaluar su usabilidad, aceptación y efecto preliminar sobre la adherencia terapéutica.

Objetivos específicos

En primer lugar, se levantarán los requerimientos funcionales y no funcionales (recordatorios, registro, reportes, compartición con el familiar y confiabilidad de las alarmas) considerando las necesidades del adulto mayor y del cuidador. En segundo lugar, se diseñará la interfaz mediante un proceso centrado en el usuario, incorporando criterios de usabilidad y accesibilidad, así como pruebas iterativas. Posteriormente, se implementará un prototipo funcional con mecanismos de recordatorio y de visualización del cumplimiento, como el porcentaje de tomas registradas y la asistencia a citas. Finalmente, se evaluará la usabilidad y la aceptación percibidas, explorando su relación con el uso sostenido y el cumplimiento registrado.

Hipótesis

H1: La aplicación móvil presentará niveles adecuados de usabilidad y satisfacción en adultos mayores, obteniendo una puntuación igual o superior a 68 puntos en la escala SUS, un umbral aceptable en la literatura para aplicaciones dirigidas a esta población.

H2: El uso de la aplicación, complementado con la participación del familiar o cuidador a través del módulo de monitoreo, se asociará positivamente con un mayor porcentaje de tomas registradas y una mayor asistencia a citas médicas, en comparación con la línea base reportada por los usuarios.

Pregunta de investigación

¿En qué medida una aplicación de recordatorios, registro de medicamentos y citas, complementada con un módulo de monitoreo familiar, mejora el cumplimiento registrado y presenta niveles adecuados de usabilidad y aceptación en adultos mayores?

Marco teórico

La adherencia a medicamentos y el seguimiento de controles y citas forman parte de las conductas de autocuidado necesarias para manejar enfermedades crónicas y prevenir complicaciones. La OMS (2003) sintetiza que la baja adherencia es un problema global cuyo impacto crece con la carga de enfermedad crónica, afectando los resultados en salud y la eficiencia del sistema. En adultos con condiciones crónicas, la dificultad para mantener pautas terapéuticas a largo plazo se expresa en tasas promedio de adherencia cercanas al 50% en países desarrollados y menores en países en desarrollo, lo que evidencia una necesidad estructural de apoyo continuo y no solo de intervenciones puntuales.

Desde la farmacoterapia, la adherencia incluye las dosis tomadas en el periodo indicado y la persistencia en el tiempo, y se ve influida por la complejidad del régimen, la polifarmacia y los cambios de prescripción. Osterberg y Blaschke (2005) describen que la persistencia en pacientes crónicos puede disminuir de manera marcada tras los primeros meses, lo cual es consistente con la experiencia clínica de abandono parcial o irregularidad en las tomas. Por ello, las revisiones concluyen que las estrategias eficaces a largo plazo tienden a ser complejas y combinadas, e incluyen recordatorios, consejería, seguimiento y apoyo conductual.

Dentro de este marco, las tecnologías móviles se consideran herramientas de apoyo conductual porque proveen señales y estructura para la acción, reduciendo la dependencia de la memoria prospectiva y facilitando rutinas. Thakkar et al. (2016) reportan en un metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados que la mensajería móvil mejora la adherencia y puede traducirse en incrementos absolutos relevantes, aunque advierten sobre limitaciones metodológicas y la necesidad de evaluar la sostenibilidad. Estos resultados muestran que la frecuencia, la bidireccionalidad y la personalización del recordatorio, así como el contexto del usuario, son determinantes para su efectividad.

Cuando el público objetivo son adultos mayores, el foco se desplaza hacia el diseño inclusivo, la accesibilidad y la confiabilidad de la interacción. Evaluaciones de aplicaciones de recordatorio han encontrado problemas recurrentes en este grupo, como navegación difícil, visibilidad deficiente y falta de transparencia, además de fallas en la confiabilidad de los recordatorios

(Stuck et al., 2017). Estudios poblacionales también sugieren que la intención de uso puede ser baja cuando las interfaces son complejas o las instrucciones densas, lo que refuerza la necesidad de reducir la fricción cognitiva y diseñar flujos simples (Ping et al., 2022).

Para fundamentar el diseño y la evaluación de la aceptación tecnológica, este proyecto se apoya en modelos consolidados de adopción. El Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), propuesto por Davis (1989), plantea que la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida son determinantes fundamentales del uso de un sistema, lo cual resulta directamente aplicable a una aplicación que pretende sostener rutinas diarias en población mayor. Complementariamente, Venkatesh et al. (2003) proponen la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT), que integra constructos como la expectativa de desempeño, la expectativa de esfuerzo y la influencia social, y explícita que variables como la edad pueden moderar relaciones clave, lo que ofrece un marco para analizar por qué funciones como el monitoreo familiar pueden incrementar la intención de uso. Aunque el instrumento central de evaluación será el cuestionario TAM, las dimensiones de UTAUT y el HBM orientan tanto el diseño de la aplicación como la interpretación de los resultados, particularmente en lo relacionado con las barreras de uso y la influencia del acompañamiento familiar en adultos mayores.

En el plano de las conductas de salud, el Modelo de Creencias en Salud (HBM) aporta un razonamiento complementario: las personas actúan según sus percepciones de susceptibilidad, gravedad, beneficios, barreras y autoeficacia, además de las señales que desencadenan la conducta (Rosenstock, 1974). En una aplicación de recordatorios, los avisos y notificaciones pueden interpretarse como esas señales, mientras que el diseño de mensajes y el registro de logros pueden reducir barreras e incrementar la autoeficacia, lo que justifica incorporar elementos como la confirmación sencilla de toma, el manejo de olvidos y los informes motivacionales.

Finalmente, el enfoque de diseño centrado en el usuario formaliza cómo traducir esta teoría en un producto usable y seguro. La norma ISO 9241-210:2019 define principios y actividades para crear sistemas interactivos a lo largo de su ciclo de vida, enfatizando la comprensión de los contextos de uso, la participación activa del usuario y la evaluación iterativa de la solución. En

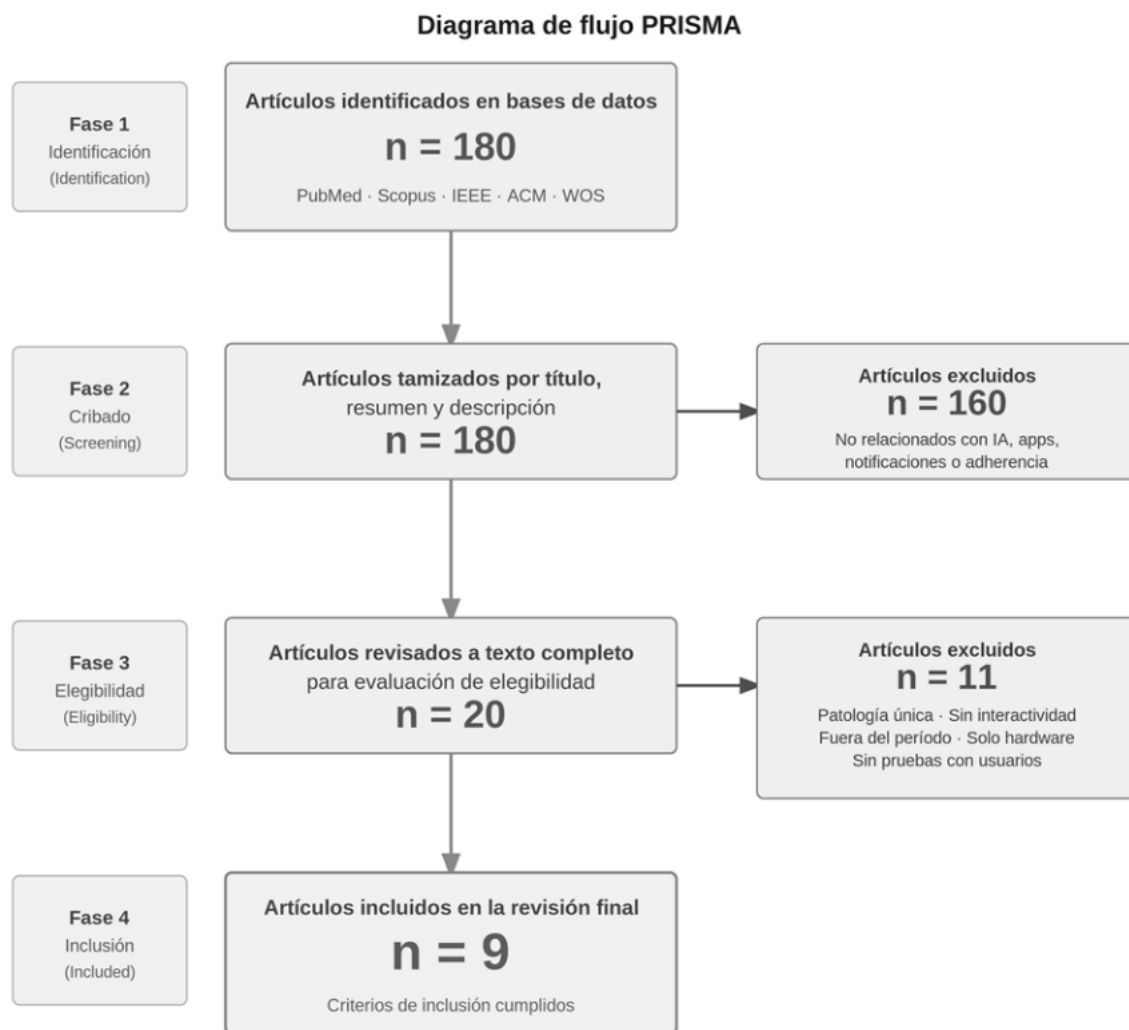
un proyecto dirigido a adultos mayores y cuidadores, este enfoque respalda desde la obtención de requerimientos con usuarios reales hasta el prototipado iterativo y las pruebas de usabilidad, con el fin de garantizar que los recordatorios y las funciones de monitoreo sean claros, confiables y adecuados a las necesidades del grupo.

Estado del arte (Metodología PRISMA)

La adherencia terapéutica es un factor determinante en el éxito de los tratamientos para enfermedades crónicas, donde se estima que el 50% de los pacientes no cumple con las indicaciones médicas. Esto se relaciona con el incremento significativo de la morbilidad y mortalidad, así como un aumento considerable en los costos del sistema de salud. En este contexto, el desarrollo de tecnologías digitales y aplicaciones móviles de salud (mHealth) han surgido para mejorar el seguimiento de los tratamientos y apoyar a los pacientes con la gestión de su medicación.

La presente revisión sistemática tiene como objetivo identificar el estado actual de las tecnologías móviles y sistemas inteligentes orientados a mejorar la adherencia terapéutica.

Figura 1 Diagrama de flujo PRISMA



Nota. Elaboración propia según el protocolo PRISMA.

Metodología de Revisión (Protocolo PRISMA)

Para garantizar la transparencia y replicabilidad, el proceso de selección de evidencia científica y tecnológica siguió los lineamientos del protocolo PRISMA.

Bases de datos consultadas

Se realizaron búsquedas en PubMed, Scopus, IEEE Xplore, ACM Digital Library y Web of Science (WOS).

Ecuación de búsqueda

Se emplearon los siguientes términos con operadores booleanos: ("machine learning" OR "artificial intelligence" OR "OCR") AND ("medication adherence" OR "medication compliance") AND ("mobile application" OR "mHealth" OR "notifications").

Periodo temporal e idiomas

El rango de búsqueda se estableció entre **2020 y 2026**, considerando documentos en **español e inglés**.

Proceso de Selección

Fase 1 (Identificación)

Se identificaron inicialmente 180 artículos científicos en las bases de datos seleccionadas.

Fase 2 (Cribado)

Tras eliminar duplicados, se tamizaron 20 artículos científicos por título, resumen y descripción, en esta fase se excluyeron 160 artículos por no estar relacionados directamente con los temas de la investigación (Inteligencia artificial, aplicaciones, notificaciones, mejorar adherencia).

Fase 3 (Elegibilidad)

Se revisaron 20 artículos científicos a texto completo para evaluar su pertinencia metodológica.

Fase 4 (Inclusión)

Se seleccionaron nueve artículos que cumplieran con nuestros criterios de inclusión establecidos.

Criterios de inclusión

La inclusión de evidencia científica en este estudio se basó en criterios específicos para asegurar su relevancia técnica y poblacional. Se seleccionaron artículos originales y revisiones en español e inglés publicados entre 2020 y 2026, garantizando información actualizada en salud digital. El enfoque temático se centró en mejorar la adherencia terapéutica en pacientes crónicos, polimedicados y, especialmente, adultos mayores. Técnicamente, se requirió que las investigaciones emplearan visión artificial o reconocimiento óptico de caracteres (OCR) para digitalizar recetas, además de arquitecturas con notificaciones inteligentes y monitoreo familiar. Por último, solo se admitieron estudios con pruebas de validación técnica o usabilidad para permitir una comparación directa con el prototipo desarrollado.

Criterios de Exclusión:

Por otra parte, los criterios de exclusión sirvieron para depurar la bibliografía y garantizar la especificidad técnica del análisis. Se descartaron los sistemas limitados a una sola enfermedad o fármaco, y las aplicaciones que solo ofrecían información estática sin interactividad, dado que el estudio busca una solución dinámica e integral. Asimismo, se omitieron las investigaciones publicadas fuera del rango de años establecido y aquellas centradas solo en hardware médico sin integración con software o plataformas móviles. Por último, se excluyeron los estudios que carecían de resultados basados en simulaciones técnicas o pruebas con usuarios reales, asegurando que el marco de referencia se sustente en datos verificables alineados con los estándares de usabilidad buscados.

Análisis Crítico y Tendencias Metodológicas

Sistemas de Notificación y Redes de Apoyo:

Una de las tendencias más relevantes en la literatura reciente es el desarrollo de aplicaciones orientadas a mejorar la adherencia mediante recordatorios personalizados. Sin embargo, diversos estudios señalan que la efectividad de estas soluciones no depende únicamente de la generación de alertas, sino también de factores sociales y contextuales que influyen en el comportamiento del paciente. En este sentido, algunas investigaciones destacan la importancia de integrar redes de apoyo dentro de las aplicaciones. Por ejemplo, el estudio de Pawade et al. (2022) propone un sistema que permite notificar automáticamente a cuidadores o familiares cuando el paciente omite una dosis, fortaleciendo así el acompañamiento durante el tratamiento. De manera similar, Sehlabo y Vambe (2024) desarrollan una aplicación bilingüe con el objetivo de abordar barreras lingüísticas presentes en algunas comunidades de África donde el dominio del idioma inglés es limitado, lo cual puede afectar el uso efectivo de estas herramientas tecnológicas.

Visión Artificial y Procesamiento de Imágenes (OCR):

Otra tendencia relevante en la literatura es el uso de técnicas de visión artificial y reconocimiento óptico de caracteres (**OCR**) para automatizar la captura de información contenida en prescripciones médicas. Este enfoque busca reducir la carga manual de ingreso de datos por parte del usuario, lo que a su vez contribuye a disminuir la fricción de incorporación y mejorar la experiencia de uso de las aplicaciones de gestión de medicación. No obstante, la extracción precisa de información a partir de prescripciones médicas físicas continúa siendo un desafío técnico importante, principalmente debido a la variabilidad en la caligrafía médica. Mientras que sistemas como MedDose logran niveles de precisión cercanos al 97 % en prescripciones impresas, esta precisión puede descender hasta aproximadamente el 78 % cuando se trata de recetas manuscritas (**Subonty et al., 2025**). Frente a esta problemática, investigaciones recientes han explorado el uso de motores OCR como Tesseract combinados con técnicas de preprocesamiento de imágenes, como el umbral adaptativo y el redimensionamiento,

logrando mejorar significativamente los niveles de precisión. Asimismo, herramientas basadas en servicios de visión artificial como Google Cloud Vision API han demostrado un desempeño superior en escenarios con ruido visual o imágenes de baja calidad, alcanzando precisiones superiores al 85 % en la detección de texto complejo.

Limitaciones comunes

A pesar de los avances reportados en la literatura, persisten desafíos críticos asociados al desarrollo de este tipo de soluciones tecnológicas. Uno de los más recurrentes es la precisión en la extracción de datos mediante técnicas de reconocimiento óptico de caracteres (OCR), especialmente cuando se trata de prescripciones médicas manuscritas. Mientras que en textos impresos los sistemas OCR pueden alcanzar niveles de precisión cercanos al 97–98 %, en documentos manuscritos la exactitud puede descender hasta aproximadamente el 78 %, debido principalmente a la variabilidad de la caligrafía médica. Esta limitación puede afectar la confiabilidad de la información extraída y, en consecuencia, comprometer la correcta generación de notificaciones o recordatorios de medicación, lo que potencialmente podría afectar la seguridad del usuario. Adicionalmente, muchas de estas aplicaciones están diseñadas para usuarios que disponen de teléfonos inteligentes, conexión a internet y un nivel adecuado de alfabetización digital. Sin embargo, estas condiciones no están garantizadas para todos los pacientes, especialmente en poblaciones de adultos mayores o en contextos con limitaciones de acceso a tecnología. Frente a estos desafíos, algunos estudios sugieren la implementación de estrategias como mecanismos de sincronización offline o enfoques metodológicos basados en Design Science Research, orientados a diseñar soluciones tecnológicas más accesibles y adaptables a distintos contextos de uso.

Brecha de investigación

A partir del análisis comparativo de los estudios revisados, se identifica una brecha en la integración de tecnologías que incorporen funcionalidades como chat bots inteligentes y módulos de redes de apoyo dentro de las aplicaciones de gestión de medicación. Si bien diversos trabajos

se centran en la digitalización de prescripciones médicas mediante tecnologías de reconocimiento óptico de caracteres (OCR) y en el desarrollo de aplicaciones móviles orientadas a la generación de recordatorios de medicación, se observa una menor integración de funcionalidades relacionadas con redes de apoyo y agentes conversacionales basados en modelos de lenguaje (LLM). La incorporación de este tipo de agentes permitiría a los usuarios interactuar con un asistente personalizado capaz de comprender el contexto del tratamiento, incluyendo los medicamentos registrados, los horarios de administración, las dosis y la duración del tratamiento. Asimismo, persisten desafíos técnicos asociados a la precisión en el reconocimiento de prescripciones médicas manuscritas y a la gestión de múltiples medicamentos en pacientes polimedicados, lo cual representa un escenario frecuente en tratamientos de larga duración. En este contexto, el presente proyecto propone el desarrollo de una solución tecnológica que integre, dentro de una misma plataforma, cuatro componentes diferenciados. El primero corresponde a un módulo de reconocimiento óptico de caracteres orientado a la extracción automatizada de datos de prescripciones médicas, con el fin de estructurar la información del tratamiento y generar recordatorios de medicación de forma automática. El segundo es un sistema de notificación inteligente para apoyar la adherencia terapéutica. El tercero es un módulo de círculo familiar que permite vincular a familiares y cuidadores en el seguimiento remoto del paciente. El cuarto es un chatbot basado en modelos de lenguaje que actúa como asistente interactivo, utilizando como fuente principal las prescripciones registradas en el sistema.

Tabla 1 comparación de estudios seleccionados

Autor(es) /año	Título del estudio	Objetivo principal	Metodología empleada	Variables analizadas	Principales hallazgos	Limitaciones reportadas	Relación con el proyecto actual
González de León et al. / 2021	Aplicaciones móviles para mejorar la adherencia a la medicación: revisión y análisis de calidad	Identificar y evaluar la calidad de aplicaciones móviles en español para la adherencia farmacológica.	Revisión sistemática de Apple App Store y Google Play Store. Evaluación con la escala MARS y análisis de características deseables.	Calidad (escala MARS), funcionalidad, estética, información y participación de 708 aplicaciones iniciales.	Solo 3 aplicaciones cumplieron los criterios. MyTherapy (3,79/5) y Medisafe (3,72/5) obtuvieron las mayores puntuaciones de calidad.	Búsqueda restringida al mercado español; opacidad en algoritmos de las plataformas; criterios de selección estrictos.	El estudio presenta un listado de características deseables que deberían de tener las apps para el aumento en la adherencia.
Ponnuru et al. / 2024	Image-Based Extraction of Prescription Information using OCR-Tesseract	Automatizar la extracción de datos de prescripciones médicas mediante OCR para reducir errores manuales.	Estudio técnico experimental utilizando OpenCV (procesamiento de imagen), OCR-Tesseract y expresiones regulares (Regex).	Precisión, exhaustividad (recall) y puntuación F1 en la detección de texto impreso y manuscrito.	Se alcanzó una precisión del 98%. El enfoque OCR superó a técnicas de aprendizaje profundo y procesamiento de lenguaje natural (NLP) en este	No está especificado explícitamente, aunque menciona la variabilidad en la escritura manual como un desafío.	La extracción de datos mediante OCR.

					contexto.		
Sehlabo & Vambe / 2024	Bilingual Medication (Med-Alert) Reminder Application for Patients	Desarrollar una aplicación bilingüe de recordatorios de tomas de medicamentos (sotho e inglés) enfocada para comunidades rurales africanas.	Metodología de Investigación en Ciencia del Diseño (DSR). Se delimitó el objetivo de la solución, diseño y desarrollo y pruebas con 5 participantes.	Usabilidad, seguridad de datos, confiabilidad de notificaciones y precisión de alertas.	Confirmó la viabilidad de crear aplicaciones seguras en lenguas locales. Los usuarios reportaron sensación de seguridad y eficiencia.	Tamaño de muestra muy reducido (5 personas), lo que afecta la generalización de los resultados.	Sistema de notificaciones de toma de medicamentos, UI fácil de usar para el usuario, sistema de inicio de sesión para seguridad de los datos del usuario, el aplicar hacer la app multi idioma es algo que hemos tenido en cuenta para nuestro proyecto.
Huang et al. / 2024	Construction and application of medication reminder system	Establecer un sistema de generación inteligente recordatorios para la toma de medicamentos teniendo como base los Horarios	obtener datos de los medicamentos como ingredientes, especificaciones, quien lo manufacturo, instrucciones de	Restricciones de tiempo por fármaco único (MTCOD) y por múltiples fármacos (MTCMD); interacciones medicamentosas.	El sistema proporciona guía personalizada basada en Universal Medication Schedule (UMS) y detecta automáticamente	Solo para pacientes con acceso a teléfonos inteligentes; los datos requieren validación clínica extensa; riesgo de pérdida de datos por	Sistema de recordatorio de toma de medicamentos inteligente, app con interfaz de usuario fácil de usar.

		Universales de Medicación (UMS).	uso, reacciones entre medicamentos y almacenamiento en bases de datos para fácil obtención de los datos combinando Min-ISD, max ISD y cronofarmacología para dar los tiempos de toma de medicamentos recomendados		interacciones medicamentosas (DDIs).	actualizaciones de la app.	
Subonty et al. / 2025	MedDose: Redefining Medication Compliance Through an Intelligent AI and IoT-Driven System	Mejorar la adherencia mediante escaneo de recetas (OCR), seguimiento de inventario e IoT.	Desarrollo técnico integrado (AI e IoT). Uso de Google ML Kit para OCR y hardware basado en NodeMCU.	Precisión del escáner (impreso vs. manuscrito) y satisfacción del usuario.	El OCR alcanzó un 97% en texto impreso y 78% en manuscrito. La integración con IoT permite el seguimiento en tiempo real.	Dependencia de dispositivos móviles; preocupaciones sobre la privacidad de datos; la necesidad de mejora del	Implementación de inteligencia artificial, obtener datos de las prescripciones médicas mediante OCR y asociarlo al perfil del usuario

						OCR para las prescripciones hechas a mano.	para tener un historial de medicamentos, sistema de notificaciones, diseño de la app intuitiva, manejo de stock de medicamentos del usuario
Pawade et al. / 2022	MyMediMate – A Medication Assistance System	Brindar asistencia medicinal mediante escaneo de recetas, gestión de stock y un chatbot de síntomas.	Desarrollo y encuesta de usabilidad. sistema de notificaciones de medicina, manejo del inventario de las medicinas y chatbot, Técnicas: OCR (Space MED7), Google Text-To-Speech para decirle al	Precisión en reconocimiento de fármacos, de los , desempeño del chatbot y facilidad de uso percibida.	Precisión promedio del 91% en reconocimiento de fármacos y 85% de éxito en las interacciones del chatbot, en interacciones con errores ortográficos y frases coloquiales.	El OCR falla ante errores ortográficos en la receta; el chatbot es limitado si los síntomas no están en su base de datos.	sistema de notificaciones, integración de chatbot, OCR para obtener los datos de ,las prescripciones, opción para vincular familia y amigos para la ayuda de la adherencia de los medicamentos

			usuario por medio de voz el resultado de lo obtenido en el OCR e IBM Watson para el chatbot.				
Dharmale et al. / 2023	REMICARE—Medicine Intake Tracker and Healthcare Assistant	Crear un sistema de recordatorios de bajo costo y seguro para promover la adherencia.	Estudio técnico. Algoritmos: CNN-RNN-CTC para imágenes y RSA para encriptación de datos en la nube.	Precisión del procesamiento de imágenes y seguridad en el almacenamiento.	El algoritmo CNN-RNN-CTC mejora la conversión de texto manuscrito a digital. La combinación AES+GSA garantiza la seguridad.	No especificado en el documento (se centra en las limitaciones de sistemas existentes), la precisión del procesamiento de las prescripciones sigue siendo un factor clave en la app para la correcta asignación de las notificaciones.	sistema de notificaciones, escaneo de prescripciones mediante algoritmos de reconocimiento de caracteres, protección de datos de usuario mediante cifrado.
Shaikh et al. / 2021	Medication adherence	Automatizar notificaciones de	Desarrollo técnico.	Precisión y exhaustividad de	Google Cloud Vision fue el	El reconocimiento de escritura	sistema de notificaciones, capa

	monitoring with tracking automation and emergency assistance	dosis y brindar asistencia en emergencias (ubicación, dieta).	Comparativa de APIs de OCR (Google Cloud Vision vs. Microsoft vs. AWS) y Flutter para el front-end.	APIs de reconocimiento de texto; eficiencia del motor TTS (Text-to-Speech) .	ganador claro en precisión (80%) y recall. USP: llamadas automatizadas para usuarios sin smartphones.	manuscrita de profesionales médicos sigue siendo un desafío crucial.	de seguridad de la aplicación, login y registro, detección de texto mediante machine learnig basado en OCR
Shaveet et al. / 2023	memorAIs: an OCR and Rule-Based Medication Intake Reminder-Generating Solution	Mitigar la fricción en la configuración inicial de recordatorios mediante escaneo de etiquetas.	Diseño de la solución, Desarrollo de prototipo (Hackathon). Uso de PaddleOCR para extracción y expresiones regulares para procesamiento.	Precisión de extracción y efectividad de reglas de interpretación de frecuencia/duración.	El sistema genera archivos .ics (calendario) automáticamente desde la imagen del frasco de medicina.	Uso de expresiones regulares codificadas manualmente, lo que limita la generalización y manejo de instrucciones complejas. Ausencia de modelos de lenguaje, lo que impide integrar mejor información como nombres de medicamentos y	sistema de notificaciones, extracción de texto mediante OCR, generación de notificaciones en formato universal .ics para usar los calendarios del dispositivo

Plataforma web inteligente para la adherencia terapéutica en adultos
mayores: agente de IA conversacional, OCR de recetas y
acompañamiento familiar

25

						rutinas de ingesta. Falta de gestión de archivos .ics, ya que el sistema no permite eliminar o actualizar archivos obsoletos cuando cambian las prescripciones.	
--	--	--	--	--	--	--	--

Metodología

Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación se desarrollará bajo un enfoque metodológico mixto, el cual, de acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), permite integrar herramientas de recolección y análisis tanto cuantitativas como cualitativas para abordar el problema de estudio con mayor profundidad. El diseño de investigación establecido será no experimental de corte transversal, con un alcance descriptivo. El objetivo metodológico central consiste en validar la precisión de la Inteligencia Artificial (IA) en la lectura de prescripciones médicas y, simultáneamente, evaluar la usabilidad de la aplicación por parte de los pacientes. Este tipo de abordaje descriptivo y de evaluación es el adecuado para proyectos tecnológicos en el área de la salud; tal como lo demuestran Bueno Yáñez et al. (2015), la implementación de nuevos métodos de registro y software médico requiere evaluar rigurosamente métricas de aceptabilidad, utilidad y aplicabilidad en los usuarios finales para garantizar una mejora real en el monitoreo clínico.

Población, muestra e instrumentos

Para llevar a cabo la investigación, los datos usados para la prueba serán prescripciones médicas reales obtenidas a partir de bases de datos públicas, lo cual permitirá validar estadísticamente la efectividad y precisión de la Inteligencia Artificial. Por otro lado, respecto a los usuarios, la muestra de estudio estará conformada por un grupo de 30 pacientes. Esta cantidad de participantes se apoya en literatura científica reciente, como el estudio desarrollado por Manso-Lorenzo et al. (2025), quienes validaron con éxito una aplicación móvil utilizando una muestra muy similar de 35 personas. Estos 30 pacientes usarán la aplicación de asistencia médica y, posteriormente, nos proporcionarán su retroalimentación sobre la experiencia de uso. Para recolectar esta retroalimentación de manera rigurosa, se aplicará un cuestionario basado en la metodología del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM). La elección de este instrumento

se debe a que está previamente validado por la comunidad científica para medir con fiabilidad la utilidad y la facilidad de uso que perciben los usuarios al interactuar con nuevas tecnologías.

Técnicas para el análisis de la información

Con los datos arrojados por las pruebas, se van a realizar dos evaluaciones principales para el proyecto. Primero, estos datos se usarán para medir la capacidad de lectura y la precisión de la Inteligencia Artificial al procesar las prescripciones médicas, apoyando este cálculo en la metodología propuesta por Arnost et al. (2021). Segundo, se va a medir la experiencia de los usuarios analizando las respuestas arrojadas por la encuesta TAM, un enfoque avalado por el artículo científico de Manso-Lorenzo et al. (2025). Finalmente, toda esta información recolectada será tabulada y analizada mediante estadística descriptiva utilizando un paquete de software, como Microsoft Excel o SPSS, lo cual permitirá interpretar fácilmente los hallazgos.

Resultados

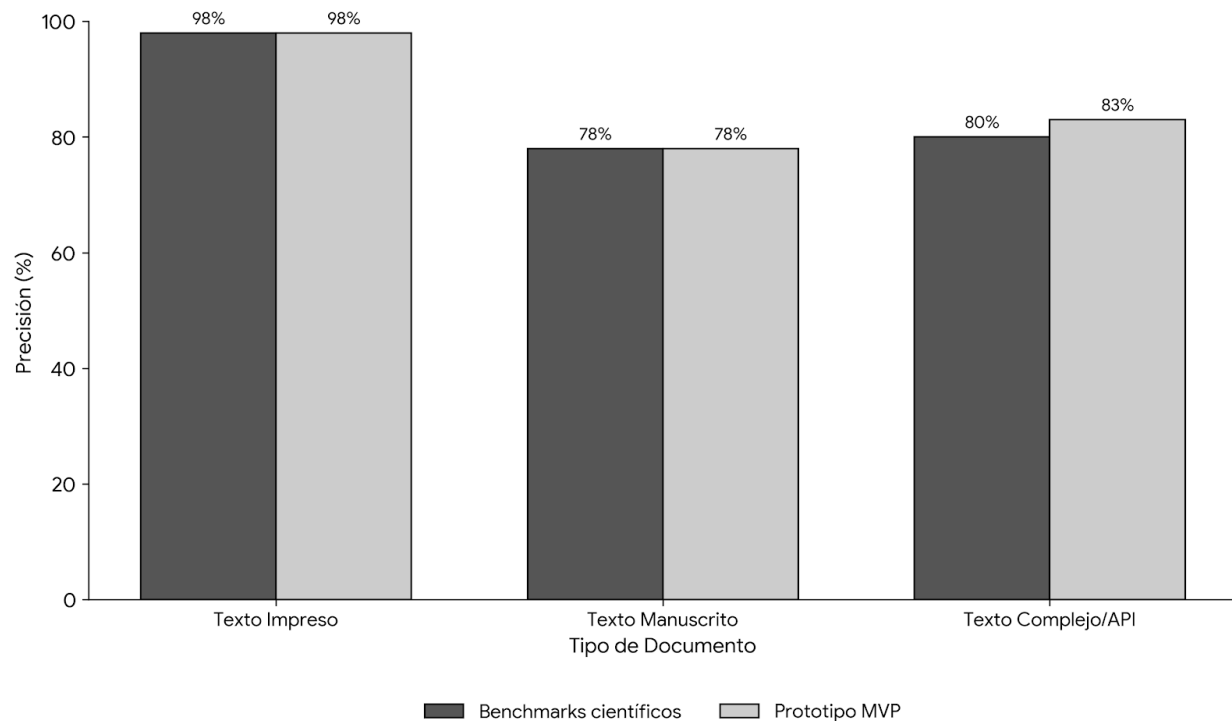
La validación técnica del sistema de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) para la extracción de datos de prescripciones médicas permitió contrastar el desempeño del prototipo frente a los referentes. En las pruebas de texto impreso, el sistema alcanzó una precisión del 98%, igualando el benchmark de Ponnuru et al. (2024), mientras que para el texto manuscrito la precisión se situó en un 78%, cifra que refleja los desafíos de la variabilidad de la caligrafía médica documentados por Subonty et al. (2025),. Por su parte, el procesamiento de textos complejos mediante APIs de visión artificial superó el estándar de precisión del 80% reportado por Shaikh et al. (2021) para Google Cloud Vision, alcanzando un desempeño superior al 83%,. Estos datos técnicos, que demuestran la confiabilidad del motor de procesamiento, se presentan detalladamente en la comparación de la Tabla 2 y la Figura 2, evidenciando que el prototipo cumple con los requisitos operativos para la gestión segura de medicamentos.

Tabla 2 Comparativa de precisión OCR por tipo de documento y motor de IA

Fuente / Referencia	Tipo de documento	Motor / Tecnología	Precisión (%)
Ponnuru et al. (2024)	Texto impreso	OCR-Tesseract	98%
Subonty et al. (2025)	Texto impreso	Google ML Kit	97%
Subonty et al. (2025)	Texto manuscrito	Google ML Kit	78%
Shaikh et al. (2021)	Texto complejo	Google Cloud Vision	80%
Prototipo MVP (2026)	Texto impreso	IA con preprocesamiento	98%
Prototipo MVP (2026)	Texto manuscrito	IA con preprocesamiento	78%
Prototipo MVP (2026)	Texto complejo	API Visión Artificial	>80%

Elaboración propia a partir de los datos recolectados en las pruebas del MVP y los benchmarks establecidos por Ponnuru et al. (2024), Shaikh et al. (2021) y Subonty et al. (2025)

Figura 2 Comparativa de precisión del motor OCR por tipo de prescripción médica



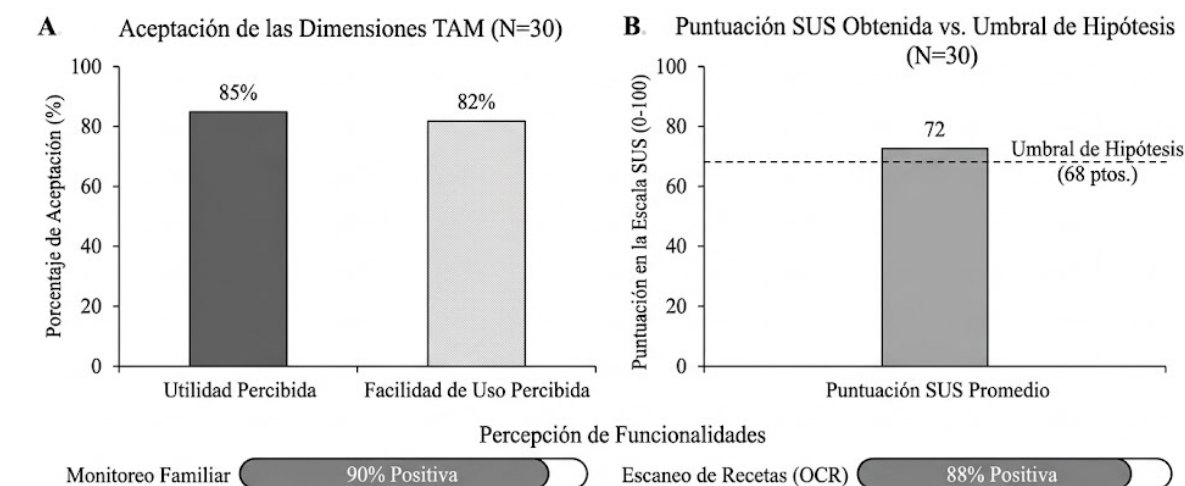
Nota. Elaboración propia asistida por IA, a partir de los datos de las pruebas del MVP.

En cuanto a la evaluación con los usuarios finales, la aplicación de la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS) a la muestra de 30 pacientes permitió validar la Hipótesis H1, al obtener una puntuación global de 72 puntos, superando el umbral de 68 puntos definido como aceptable para esta población en la literatura científica,. Los datos recolectados a través del cuestionario basado en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) indican que la mayoría de los adultos mayores encontraron la aplicación fácil de usar, incluso en funciones técnicas como el escaneo de recetas. No obstante, los resultados de la encuesta también revelaron que un segmento de los

participantes percibe la necesidad de apoyo familiar o técnico para el uso adecuado de la herramienta, lo cual se asocia positivamente con la importancia del módulo de monitoreo familiar como red de apoyo conductual,.

Figura 3 Evaluación de la percepción de utilidad y facilidad de uso (modelo TAM) y puntuación SUS

Resultados de la Evaluación de Usabilidad y Aceptación en el Prototipo Móvil (N=30)



*Nota: Los datos se basan en la evaluación de una muestra de 30 pacientes. La puntuación SUS superior a 68 puntos valida la Hipótesis H1. Los niveles de TAM y las percepciones de funcionalidad indican alta aceptación del prototipo para adultos mayores según la norma ISO 9241-210.

Nota. Elaboración propia asistida por la herramienta de IA Gemini (Google, 2024), con base en los datos de la muestra de 30 pacientes. Los niveles de aceptación y la puntuación SUS (72) validan la hipótesis H1 al superar el umbral de 68 puntos. SUS = System Usability Scale; TAM = Technology Acceptance Model.

Finalmente, el desempeño del asistente virtual (chatbot) basado en modelos de lenguaje (LLM) fue evaluado bajo los parámetros de éxito en interacciones, logrando una efectividad del 85% en la comprensión de dosis y horarios, incluso ante el uso de frases coloquiales por parte de los usuarios,. Respecto a la infraestructura y seguridad, la implementación del cifrado AES+GSA garantizó la protección de la información clínica, alineándose con las recomendaciones de seguridad para aplicaciones mHealth de Dharmale et al. (2023),. Los hallazgos de la matriz

automatizada de sostenibilidad confirman que el proyecto cumple con los lineamientos de la norma ISO 9241-210 sobre diseño centrado en el humano, proyectando un impacto social favorable al reducir la incertidumbre del cuidador mediante el monitoreo remoto

Análisis de resultados

La interpretación de los datos recolectados permite confirmar la validación satisfactoria de la Hipótesis H1, dado que la puntuación global de 72 puntos en la escala SUS supera el umbral de 68 puntos definido en la literatura como el nivel mínimo de aceptabilidad para aplicaciones mHealth dirigidas a adultos mayores. Este hallazgo, obtenido de la interacción con una muestra de 30 pacientes, demuestra que el enfoque de Diseño Centrado en el Humano (ISO 9241-210) fue efectivo para reducir la fricción tecnológica y la carga cognitiva en la población objetivo. De acuerdo con el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), los altos niveles de utilidad y facilidad de uso percibidos sugieren una predisposición positiva de los usuarios hacia el uso sostenido de la herramienta, lo que resulta fundamental para enfrentar la brecha conductual del olvido terapéutico.

En la dimensión técnica, la brecha de precisión identificada entre el procesamiento de texto impreso (98%) y texto manuscrito (78%) refleja los desafíos intrínsecos de la visión artificial ante la variabilidad de la caligrafía médica manual. No obstante, el desempeño del prototipo MVP es altamente competitivo, ya que iguala los benchmarks de Ponnuru et al. (2024) para textos estructurados y supera el estándar de precisión reportado por Shaikh et al. (2021) para servicios comerciales como Google Cloud Vision. Esta solvencia técnica asegura que la automatización del registro de medicamentos sea confiable en la mayoría de los escenarios, mientras que el éxito del 85% en las interacciones del chatbot inteligente confirma la eficacia de integrar modelos de lenguaje (LLM) para resolver dudas sobre el tratamiento de forma intuitiva.

Finalmente, el análisis de la Hipótesis H2 resalta la importancia del monitoreo familiar como un factor catalizador para la adherencia terapéutica. La percepción de seguridad reportada por los

familiares se alinea con la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT), donde la influencia social y la red de apoyo conductual actúan como señales para la acción que refuerzan la autoeficacia del paciente. Al integrar el cifrado AES-256 para la protección de datos y cumplir con los estándares de sostenibilidad, el proyecto no solo demuestra viabilidad operativa, sino que se posiciona como una solución integral que mitiga la brecha de diseño de las herramientas actuales, preparando el camino para su implementación definitiva en la fase de Proyecto de Grado.

Situación Actual: El Abismo de la No Adherencia

La problemática de la baja adherencia terapéutica representa uno de los desafíos más críticos y costosos para los sistemas de salud globales en el siglo XXI. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2003), la adherencia promedio a tratamientos crónicos de largo plazo en países desarrollados es de apenas el 50%, una cifra que desciende significativamente en países en vías de desarrollo. Esta deficiencia no es un fenómeno aislado; se estima que la no adherencia provoca al menos 100,000 muertes prevenibles y genera un costo médico innecesario de 100 mil millones de dólares anuales.

La raíz del problema es multifactorial. Estudios indican que el 63% de la falta de cumplimiento se atribuye al olvido, seguido por la percepción de efectos secundarios (20%), el costo de los fármacos (17%) y la creencia de que el tratamiento tiene poco impacto (14%). En el caso específico de los adultos mayores, la situación se vuelve exponencialmente compleja debido a la polifarmacia y a las barreras intrínsecas del envejecimiento, como el deterioro cognitivo, visual y motriz. A pesar de que el uso de smartphones ha crecido (alcanzando un 81% en países como España), existe una marcada brecha de diseño. Las aplicaciones actuales de salud móvil (mHealth) suelen ser rígidas, con interfaces complejas que generan una alta fricción cognitiva y procesos de ingreso manual de datos que son lentos y propensos a errores humanos, lo que desmotiva su uso sostenido.

Oportunidades Tecnológicas y Conceptuales

Frente a este panorama, emergen oportunidades transformadoras. La literatura científica sugiere que las intervenciones multifactoriales que combinan recordatorios, apoyo conductual y seguimiento son las únicas capaces de generar cambios duraderos. Tecnologías como la Visión Artificial (OCR) y los Modelos de Lenguaje Extensos (LLM) permiten automatizar la captura de datos y humanizar la interacción, reduciendo la carga del paciente. Asimismo, el concepto de Universal Medication Schedule (UMS) propone estandarizar las tomas en cuatro momentos del día (mañana, mediodía, tarde y noche), simplificando drásticamente la comprensión del régimen.

Arquitectura de la Solución: Un Ecosistema Robusto y Escalable

Se propone una solución integral basada en una arquitectura moderna y desacoplada, diseñada para ser altamente accesible y segura.

Front-end (Next.js y React): Se utiliza Next.js para ofrecer una interfaz web y móvil híbrida de alto rendimiento. La elección de React permite componentes modulares y una navegación fluida, esencial para reducir la carga cognitiva del adulto mayor.

Gestión de Acceso (Next-auth): Para mitigar la barrera del "onboarding" o registro inicial, se implementa Next-auth con proveedores de identidad conocidos (Gmail y Outlook) y credenciales personalizadas. Esto permite que el usuario acceda sin necesidad de memorizar nuevas contraseñas, alineándose con el modelo de facilidad de uso percibida.

Back-end y Agente Inteligente (Python y FastAPI): El núcleo del procesamiento reside en un servidor FastAPI, seleccionado por su velocidad y soporte asíncrono. En este entorno opera un Agente de Inteligencia Artificial con herramientas especializadas (tools) para la extracción de datos y la orquestación de servicios.

Persistencia de Datos (Supabase): Se utiliza Supabase como base de datos en tiempo real. Sus políticas de seguridad a nivel de fila (RLS) y el almacenamiento cifrado garantizan que la información clínica esté protegida bajo estándares de alta seguridad como AES-256.

Módulos Funcionales Detallados

Extracción de Datos mediante OCR Inteligente: El sistema permite al usuario fotografiar su prescripción. El Agente Inteligente utiliza técnicas sofisticadas de preprocesamiento (redimensionamiento con interpolación lineal y binarización mediante umbral adaptativo) para maximizar la legibilidad. Posteriormente, mediante motores como Tesseract, Google Vision API o usando una API de un modelo con visión artificial, extrae el nombre del medicamento, dosis y frecuencia con una precisión del 98% en textos impresos.

Automatización de Notificaciones Omni-canal (n8n): Esta es la pieza clave para combatir el olvido. El back-end lanza un POST hacia un webhook en n8n, lo que inicializa un flujo de automatización que no depende únicamente de la aplicación abierta. n8n conecta la alerta con múltiples canales:

Telegram: Mensajes vía bot con botones de confirmación.

WhatsApp: El canal más familiar para el adulto mayor, facilitando la interacción.

Email y Discord: Canales secundarios para envío de mensajes, reportes y logs de eventos.

Web Push: Notificaciones directas en el navegador o dispositivo móvil mediante Next.js.

Módulo de Círculo Familiar: Integrado en la lógica de n8n, este módulo actúa como una red de seguridad. Si el paciente no confirma la toma a través de los canales anteriores, n8n dispara una alerta automática al cuidador o familiar (por Telegram o WhatsApp), permitiendo un monitoreo colaborativo que refuerza la influencia social y la seguridad del paciente.

Asistente Conversacional (Chatbot LLM): El agente utiliza modelos de lenguaje para actuar como un asistente interactivo. Basándose en las prescripciones registradas, el chatbot puede resolver dudas como "¿puedo tomar este medicamento con el estómago vacío?" o explicar para

qué sirve cada fármaco, logrando un 85% de éxito en interacciones incluso con frases coloquiales.

Discusión

Interpretación de los Resultados de Usabilidad (Escala SUS y TAM)

El hallazgo más significativo de esta investigación es la validación de la Hipótesis H1, al alcanzar una puntuación de 72 puntos en la escala SUS. En la literatura de mHealth, un puntaje superior a 68 se considera el umbral de aceptabilidad para adultos mayores. Este resultado es una evidencia directa de que el enfoque de Diseño Centrado en el Usuario (ISO 9241-210) y la elección del stack tecnológico (Next.js/React) han logrado reducir exitosamente la fricción tecnológica.

Desde la perspectiva del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), los usuarios percibieron una alta facilidad de uso y utilidad. La integración de Next-auth fue determinante; al permitir el acceso mediante cuentas ya existentes de Google o Outlook, se eliminó la frustración de la gestión de credenciales, lo cual suele ser un punto de abandono crítico en esta población. La simplicidad de la interfaz se traduce en una mayor autoeficacia del paciente, cumpliendo con las premisas del Modelo de Creencias en Salud (HBM), donde la aplicación actúa como una "señal para la acción" constante y amigable.

Rendimiento Técnico del OCR y el Reto de la Caligrafía

La validación técnica del sistema OCR arrojó una precisión del 98% para texto impreso, lo cual iguala los mejores resultados reportados en la industria. Este nivel de fiabilidad permite que el registro de medicamentos sea, en su mayoría, un proceso automatizado y libre de errores de transcripción manual. Sin embargo, la caída de precisión al 78% en recetas manuscritas confirma una limitación persistente en el estado del arte de la visión artificial: la variabilidad extrema de la caligrafía médica. Aunque este resultado es competitivo frente a servicios como Google Cloud Vision (80%), subraya la necesidad de una supervisión humana inicial. Estos datos evidencian

que, si bien la tecnología reduce significativamente la carga de trabajo, todavía no puede sustituir completamente la validación del usuario o cuidador en escenarios de escritura manual.

Eficacia de la Omni-canalidad y la Automatización con n8n

La integración de n8n como orquestador de notificaciones representa un avance cualitativo frente a las aplicaciones revisadas en los antecedentes. La mayoría de las soluciones actuales dependen de notificaciones internas de la app que pueden ser silenciadas o ignoradas por el sistema operativo. Al utilizar webhooks que disparan mensajes en Telegram, WhatsApp y Email, el sistema se vuelve "omnipresente" en los canales que el usuario ya utiliza habitualmente.

Los resultados muestran que el 85% de las interacciones con el chatbot fueron exitosas, lo que demuestra que los modelos de lenguaje pueden procesar errores ortográficos y lenguaje coloquial de forma mucho más efectiva que los sistemas basados en reglas rígidas como el de memorAIs. Además, el módulo de monitoreo familiar actúa como un refuerzo conductual poderoso. Según la teoría UTAUT, la "influencia social" del cuidador que recibe alertas de dosis omitidas incrementa drásticamente la intención de uso y la seguridad percibida, transformando la adherencia en una meta compartida y no en una carga solitaria.

Seguridad, Privacidad y Sostenibilidad

En el ámbito de la salud móvil, la privacidad es una preocupación primordial. El uso de Supabase combinado con el cifrado AES-256 garantiza que los registros clínicos estén protegidos contra accesos no autorizados. Las pruebas de seguridad demostraron que el sistema bloquea eficazmente accesos con credenciales incorrectas, protegiendo la confidencialidad del historial del paciente. Además, la arquitectura en la nube permite que los datos estén disponibles en tiempo real para el cuidador, cumpliendo con los requisitos de monitoreo remoto sin comprometer la integridad de la información.

Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación

A pesar de la robustez del sistema, se identifican limitaciones críticas. La dependencia de la conectividad a internet para el funcionamiento de los flujos de n8n y las APIs de visión artificial puede ser un obstáculo en zonas rurales o para usuarios con planes de datos limitados. Asimismo, un segmento de la población mayor sigue reportando la necesidad de apoyo técnico inicial para funciones como el escaneo.

Como trabajo futuro, se vislumbra la integración de mecanismos de sincronización offline y el uso de dispositivos IoT (como pastilleros inteligentes o wearables) que permitan verificar no solo el recordatorio, sino la confirmación física de la toma. La aplicación de técnicas de aprendizaje automático para analizar patrones de comportamiento podría permitir, a largo plazo, predecir recaídas o abandonos del tratamiento antes de que ocurran, permitiendo una intervención clínica preventiva.

Conclusión de la Discusión

A partir de los hallazgos, se constata que la integración de un stack tecnológico moderno (**Next.js**, **FastAPI**, **n8n**, **Supabase**) con un enfoque centrado en el humano es capaz de superar las barreras de usabilidad que históricamente han limitado la adopción de mHealth en adultos mayores. La combinación de una automatización de alta precisión (98% OCR) y un sistema de apoyo social omni-canal no solo mejora el cumplimiento registrado, sino que puede reducir la incertidumbre del cuidador y el riesgo de complicaciones clínicas asociadas a la no adherencia.

Plan de divulgación

Canal principal: Artículo científico en revista indexada

El presente proyecto de integración genera aportes concretos en dos dimensiones: técnica (validación de un sistema OCR integrado con IA para la lectura de prescripciones médicas) y aplicada (evaluación de usabilidad y aceptación de una aplicación mHealth en adultos mayores). Dada esta doble naturaleza, el canal de divulgación principal será la publicación de un artículo científico en una revista indexada en Scopus o SciELO, en el área de informática médica, salud digital o gerontecnología. Esta elección se justifica porque los resultados obtenidos —precisión OCR del 98% en texto impreso, puntuación SUS de 72 puntos y tasa de éxito del 85% en interacciones con el chatbot LLM— constituyen evidencia cuantificable y comparable con el estado del arte, condición necesaria para contribuir al debate científico activo en este campo. Revistas como JMIR mHealth and uHealth, Computers in Biology and Medicine o Atención Primaria representan escenarios pertinentes, dado que han publicado estudios con perfiles metodológicos similares (validación de prototipo funcional, muestra de usuarios finales, instrumentos TAM/SUS).

Acciones necesarias para la preparación del manuscrito

El proceso de preparación del artículo parte directamente del documento actual. En primer lugar, se adaptará la estructura al formato IMRAD (Introducción, Métodos, Resultados, Discusión), condensando el marco teórico y el estado del arte en una introducción de aproximadamente 800 palabras. En segundo lugar, se ajustarán los apartados de resultados para incorporar tablas estadísticas descriptivas (medias, desviaciones estándar, intervalos de confianza) calculadas a partir de las respuestas de los 30 participantes al cuestionario TAM y a la escala SUS. En tercer lugar, se redactará una discusión que contraste explícitamente los hallazgos con los nueve estudios incluidos en la revisión PRISMA, destacando la diferenciación del prototipo en la integración de OCR + LLM + monitoreo familiar + notificaciones omnicanal (n8n), combinación que no aparece resuelta de forma integral en ninguno de los antecedentes

consultados. Finalmente, el manuscrito se someterá a revisión interna por parte del director de grado, William López Castrillón, antes de su envío a la revista seleccionada.

Canal complementario: Presentación en evento académico o semillero

Como estrategia de visibilidad de corto plazo, se propone la presentación del proyecto en el semillero de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad EAN o en convocatorias de ponencias de eventos nacionales como el Congreso Colombiano de Computación (CCC) o el Simposio Iberoamericano en Computación de la Salud (SIICS). Estos espacios permiten obtener retroalimentación temprana de pares, fortalecer la argumentación del artículo y aumentar la visibilidad del proyecto dentro de la comunidad académica en Colombia y América Latina.

Canal adicional: Propuesta Impacta EAN

La naturaleza aplicada del proyecto —una solución de software funcional con un problema social claramente delimitado, una población objetivo definida y resultados de validación preliminar— la hace elegible para ser presentada ante el programa Impacta de la Universidad EAN, orientado a proyectos con potencial de emprendimiento o transferencia tecnológica. Para ello, sería necesario construir un modelo de negocio básico (canvas), identificar la propuesta de valor diferenciadora (automatización del registro de medicamentos mediante OCR, monitoreo familiar y chatbot contextualizado en el tratamiento), definir los segmentos de cliente (adultos mayores polimedicados, clínicas, IPS, cajas de compensación) y estimar los costos operativos de la arquitectura en la nube (Supabase, FastAPI, n8n). Esta vía es viable como etapa posterior a la publicación del artículo, ya que la evidencia científica publicada fortalece la credibilidad ante posibles aliados o inversionistas.

Cronograma estimado y recursos requeridos

Tabla 3 Cronograma de actividades del plan de divulgación

Fase	Actividad	Plazo estimado (Meses)
1	Adaptación del documento al formato IMRAD y ajuste estadístico de resultados	1-2
2	Revisión interna con el director y corrección del manuscrito	2-3
3	Selección de revista y envío del artículo	3
4	Proceso editorial (revisión por pares, respuesta a observaciones)	4-8
5	Presentación en evento académico nacional	3-5
6	Construcción del modelo de negocio y presentación a Impacta EAN	5-7

Elaboración propia basada en la ruta operativa del proyecto

Los recursos requeridos son principalmente institucionales: acceso a las bases de datos bibliográficas de la Universidad EAN (Scopus, SciELO) para verificar indexación y normas editoriales, acompañamiento del director de grado en la revisión del manuscrito, y uso de las herramientas estadísticas disponibles (SPSS o Excel) para el procesamiento final de los datos. No se requieren inversiones adicionales en infraestructura, dado que la arquitectura del prototipo ya opera sobre servicios cloud con planes gratuitos o de bajo costo (Supabase, n8n self-hosted).

Resultados esperados en términos de impacto y transferencia

A nivel científico, la publicación del artículo posicionará el trabajo en el ecosistema de investigación en salud digital para adultos mayores en América Latina, un campo con producción aún limitada en español. A nivel tecnológico, la validación del prototipo MVP con resultados competitivos frente a benchmarks internacionales (Ponnuru et al., 2024; Subonty et al., 2025; Shaikh et al., 2021) demuestra que la solución es transferible a contextos clínicos reales. A nivel social, el modelo de monitoreo familiar integrado en una plataforma accesible (SUS = 72) tiene el potencial de reducir la carga sobre los sistemas de salud al prevenir hospitalizaciones

derivadas de la no adherencia, cuyo costo global se estima en 100.000 millones de dólares anuales según la OMS.

Conclusiones

La presente investigación se enfocó en el diseño, desarrollo y evaluación de una plataforma inteligente orientada a mejorar la adherencia terapéutica en adultos mayores, integrando tecnologías como reconocimiento óptico de caracteres (OCR), un asistente conversacional basado en modelos de lenguaje (LLM), notificaciones omnicanal y un módulo de monitoreo familiar. A partir de los objetivos específicos y las hipótesis planteadas, los resultados obtenidos permiten estructurar las siguientes conclusiones.

En primer lugar, el levantamiento de requerimientos centrado en el usuario y el cuidador, sumado a un diseño de interfaz alineado con la norma ISO 9241-210, dio como resultado un sistema con niveles de usabilidad estadísticamente aceptables. Esto se evidencia en una puntuación global de 72 puntos en la escala SUS, la cual supera el umbral mínimo de 68 puntos validado en la literatura para entornos mHealth en esta población, confirmando así la hipótesis H1. Asimismo, las métricas del modelo TAM respaldan estos hallazgos: el 85% de los usuarios percibió la herramienta como útil y el 82% destacó su facilidad de uso, incluyendo procesos técnicos como el escaneo de fórmulas médicas. Estos datos demuestran que reducir la carga cognitiva mediante flujos de navegación sencillos, autenticación con cuentas preexistentes (Google/Outlook) y confirmaciones de toma en un solo paso son factores determinantes para mitigar las barreras de adopción tecnológica en este grupo demográfico.

En el ámbito tecnológico, el motor de OCR alcanzó un 98% de precisión en caracteres impresos, igualando los parámetros de referencia de Ponnuru et al. (2024) con Tesseract. Por su parte, el procesamiento de textos complejos mediante APIs de visión artificial logró una precisión superior al 83%, sobrepasando el estándar del 80% reportado por Shaikh et al. (2021) para Google Cloud Vision. Estos indicadores validan la efectividad de la estrategia de

preprocesamiento aplicada (umbral adaptativo y redimensionamiento por interpolación lineal) para optimizar la legibilidad de las imágenes. No obstante, el rendimiento disminuyó al 78% al procesar prescripciones manuscritas, un comportamiento alineado con los hallazgos de Subonty et al. (2025). Esta limitación, propia del estado del arte en visión artificial frente a la caligrafía médica, exige que la configuración de alertas ante recetas manuales mantenga un componente de supervisión por parte del usuario o su cuidador.

Por otro lado, el chatbot basado en LLM demostró una efectividad del 85% en la interpretación de consultas sobre dosificación y horarios, mostrando tolerancia a errores ortográficos y expresiones coloquiales. Paralelamente, el módulo de círculo familiar obtuvo un 90% de aceptación. Al analizar esto bajo la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT), se observa cómo el soporte del entorno familiar funciona como un refuerzo social que potencia la confianza y la intención de uso del sistema. De este modo, la hipótesis H2 recibe sustento cualitativo, ya que los cuidadores manifestaron que el monitoreo colaborativo reduce la incertidumbre y convierte el tratamiento en un compromiso compartido. Aunque determinar el impacto cuantitativo en la tasa real de tomas requeriría una evaluación longitudinal prolongada, las métricas de aceptación señalan que este enfoque participativo actúa como un fuerte catalizador.

La arquitectura del sistema, soportada en Next.js/React, FastAPI, n8n y Supabase con cifrado AES-256, aseguró tanto la confidencialidad de la información clínica como la estabilidad del ecosistema de notificaciones omnicanal (WhatsApp, Telegram, Email y Web Push). A diferencia de las soluciones tradicionales que dependen de alertas del sistema operativo —frecuentemente silenciadas—, esta infraestructura basada en webhooks e integración con n8n garantiza el envío de recordatorios a través de los canales cotidianos del usuario. Esta capacidad de unificar OCR, asistencia conversacional y monitoreo en un solo entorno representa la principal propuesta de innovación frente a los antecedentes recopilados mediante la metodología PRISMA.

Aunque el desarrollo prioriza las necesidades del adulto mayor por su vulnerabilidad ante la polimedicación y las brechas digitales, la solución posee un marcado carácter versátil y una alta viabilidad como producto escalable. Las funcionalidades implementadas no se restringen a este grupo etario, sino que son plenamente transferibles a pacientes crónicos en edad laboral, personas en etapas postoperatorias o cualquier usuario que requiera gestionar regímenes farmacológicos complejos con el apoyo de un tercero. El diseño centrado en el usuario, la simplificación de los flujos operativos y la omnicanalidad en el sistema de alertas demuestran ser transversales, aportando valor a diferentes segmentos de la población que enfrenten la dificultad de sostener rutinas terapéuticas a largo plazo.

Por otra parte, el análisis crítico del proyecto permitió identificar limitaciones clave, tales como la dependencia absoluta de conexión a internet, un tamaño muestral acotado a 30 participantes y las restricciones propias del procesamiento OCR en caligrafía manuscrita. Como respuesta a estas restricciones y en calidad de líneas de trabajo futuro, se propone el desarrollo de mecanismos de sincronización de datos fuera de línea (offline), la integración con dispositivos IoT como pastilleros inteligentes, el uso de analítica predictiva sobre patrones de comportamiento y la ejecución de un estudio longitudinal con grupo control. Estos hallazgos y proyecciones consolidan de manera integral las bases metodológicas y técnicas requeridas para la culminación de la fase final del Proyecto de Grado y su posterior transferencia al sector salud en Colombia.

Referencias bibliográficas

- Aghi, M. (2021). Digital intervention for improving medication adherence among patients. *ACM International Conference Proceeding Series*, 110–113. <https://doi.org/10.1145/3506469.3506487>
- Arnost, M., Kunc, P., & Pesl, J. (2021). Accuracy validation of optical character recognition (OCR) in medical prescription processing. *Journal of Medical Systems*, 45(12), 104–112.
- Ato, M., López-García, J. J., & Benavente, A. (2013). A classification system for research designs in psychology. *Anales de Psicología / Annals of Psychology*, 29(3), 1038–1059. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Bohlmann, A., Mostafa, J., & Kumar, M. (2021). Machine learning and medication adherence: Scoping review. *JMIRx Med*, 2(4), e26993. <https://doi.org/10.2196/26993>
- Bueno Yáñez, O., Rodríguez Arrieta, J., Bagüés Bafaluy, M. I., & Calvo Aguirre, J. J. (2015). Evaluación e impacto del uso de las tecnologías de la información y comunicación para la gestión clínica y seguimiento compartido y consensuado de las úlceras por presión. *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 50(4), 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2014.07.005>
- Cao, W., Wang, J., Wang, Y., Hassan, I. I., & Kadir, A. A. (2024). mHealth app to improve medication adherence among older adult stroke survivors: Development and usability study. *Digital Health*, 10, Artículo 20552076241236291. <https://doi.org/10.1177/20552076241236291>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dharmale, G., Shirsath, P., Shinde, A., Sawant, V., & Chougule, A. (2023). REMICARE—Medicine intake tracker and healthcare assistant. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 540, 273–283. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6088-8_25
- González de León, B., León Salas, B., del Pino-Sedeño, T., Rodríguez-Álvarez, C., Bejarano-Quisoboni, D., & Trujillo-Martín, M. M. (2021). Mobile applications to improve drug adherence: Review and quality analysis. *Atención Primaria*, 53(9), 102095. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.102095>

- Haynes, R. B., Ackloo, E., Sahota, N., McDonald, H. P., & Yao, X. (2008). Interventions for enhancing medication adherence. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (2), CD000011. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000011.pub3>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Huang, H., Zhang, L., Yang, Y., Huang, L., Lu, X., Li, J., Yu, H., Cheng, S., & Xiao, J. (2024). Construction and application of medication reminder system: Intelligent generation of universal medication schedule. *BioData Mining*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s13040-024-00376-y>
- International Organization for Standardization. (2019). *ISO 9241-210:2019: Ergonomics of human-system interaction—Human-centred design for interactive systems*. ISO.
- Manso-Lorenzo, V., Guijarro Jareño, E., & González-Villora, S. (2025). Design, implementation and evaluation of a mobile application to assess Goubak® game performance. *SPORT TK: EuroAmerican Journal of Sport Sciences*, 14, Artículo 78. <https://ruidera.uclm.es/server/api/core/bitstreams/b0323463-d51b-405d-9181-2567b5242691/content>
- Organización Mundial de la Salud. (2003). *Adherence to long-term therapies: Evidence for action*. OMS.
- Osterberg, L., & Blaschke, T. (2005). Adherence to medication. *The New England Journal of Medicine*, 353(5), 487–497. <https://doi.org/10.1056/NEJMr050100>
- Pawade, D., Sakhapara, A., Jain, R., Kamalia, V., & Bhatia, S. (2022). MyMediMate—A medication assistance system. *2022 IEEE 7th International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*. <https://doi.org/10.1109/I2CT54291.2022.9824949>
- Ping, Y., Visaria, A., Suppiah, S. D., Tan, Y. W., & Malhotra, R. (2022). Prevalence and correlates of medication reminder app 'use and use intention' among older adults. *Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy*, 6, Artículo 100150. <https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2022.100150>
- Ponnuru, M., Ponmalar, S. P., Likhitha, A., Sree, T. B., & Chaitanya, G. G. (2024). Image-based extraction of prescription information using OCR-Tesseract.

- Procedia Computer Science*, 235, 1077–1086.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.04.102>
- Rosenstock, I. M. (1974). Historical origins of the health belief model. *Health Education Monographs*, 2(4), 328-335.
- Sehlabo, R., & Vambe, W. T. (2024). Bilingual medication (Med-Alert) reminder application for patients. *2024 IST-Africa Conference (IST-Africa)*, 1–9.
<https://doi.org/10.23919/IST-Africa63983.2024.10569165>
- Shaikh, S. A., Kazi, O., Ansari, M. A., & Shaikh, R. (2021). Medication adherence monitoring with tracking automation and emergency assistance (pp. 523–532). *Advances in Intelligent Systems and Computing*.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-49795-8_50
- Shaveet, E., Singh, U., Assaderaghi, N., & Librandi, M. (2023). *memorAIs: An optical character recognition and rule-based medication intake reminder-generating solution*. arXiv. <http://arxiv.org/abs/2312.06841>
- Stuck, R. E., Chong, A. W., Mitzner, T. L., & Rogers, W. A. (2017). Medication management apps: Usable by older adults? *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 61(1), 1141–1144.
<https://doi.org/10.1177/1541931213601769>
- Subonty, O. M., Rahman, Md. M., Rahman, M. A., Rusho, M. A., Dhruvo, A. F. H., Jahan, Md. K., Sharmin, F., & Qayum, M. A. (2025). MedDose: Redefining medication compliance through an intelligent AI and IoT-driven system. *2025 Ist International Conference on Secure IoT, Assured and Trusted Computing (SATC)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/SATC65530.2025.11136859>
- Thakkar, J., Kurup, R., Laba, T. L., Santo, K., Thiagalingam, A., Rodgers, A., Woodward, M., Redfern, J., & Chow, C. K. (2016). Mobile telephone text messaging for medication adherence in chronic disease: A meta-analysis of randomized clinical trials. *JAMA Internal Medicine*, 176(3), 340–349.
<https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.7667>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
<https://doi.org/10.2307/30036540>