



Universidad
Internacional
de Andalucía

TÍTULO

MEDSCAN

LA SOLUCIÓN INTELIGENTE PARA IDENTIFICAR Y GESTIONAR TUS
MEDICAMENTOS CON UN SIMPLE TELÉFONO

AUTOR

Carlos Antonio Ruiz Núñez

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2025
Directora	Dra. Nuria García-Agua Soler
Institución	Universidad Internacional de Andalucía
Curso	<i>Diploma de Especialización en Digitalización e Innovación en Salud (2022-23)</i>
©	Carlos Antonio Ruiz Núñez
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2023



Universidad
Internacional
de Andalucía



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA

Diploma Universitario en

Digitalización e Innovación en Salud



TRABAJO DE FIN DE DIPLOMA

**MedScan: La solución inteligente para identificar y gestionar tus
medicamentos con un simple teléfono**

**Autor: Carlos Antonio Ruiz Núñez
Directora: D^a. Nuria García-Agua Soler**

Curso académico 2022-2023

RESUMEN

El cumplimiento de la medicación, basado en la adherencia y la persistencia, es una de las piedras angulares del tratamiento de pacientes crónicos y mejorarlo es fundamental para obtener resultados óptimos en el manejo de sus enfermedades y evitar complicaciones. Aunque no siempre es posible su cumplimiento, debido a factores intrínsecos o extrínsecos al propio paciente, como puede ser un deficiente entendimiento de la terapia, no disponibilidad de la medicación, imposibilidad de verificar si la pastilla es la correcta, etc.

Para mejorar estos resultados se inicia un proyecto innovador, MedScan, que proporciona una herramienta digital para ayudar a que los pacientes sigan su tratamiento de manera adecuada, mejorando la adherencia. Con una fotografía se podrá conocer que pastilla es, su posología habitual, interacciones, contraindicaciones, etc. En versiones futuras se podrá personalizar con el propio tratamiento del usuario, lo que nos proporcionará información de primera mano sobre su cumplimiento y otros factores relacionados con los datos en salud.

Palabras claves: Adherencia a la medicación, Incumplimiento terapéutico, eHealth, Innovación, IA

ABSTRACT

Medication adherence, based on adherence and persistence, is one of the cornerstones of the treatment of chronic patients, and improving it is essential to obtain optimal results in the management of their diseases and to avoid complications. However, compliance is not always possible, due to factors intrinsic or extrinsic to the patient, such as a poor understanding of the therapy, unavailability of the medication, impossibility of verifying whether the pill is the correct one, etc.

To improve these results, an innovative project, MedScan, has been launched to provide a digital tool to help patients follow their treatment properly, improving adherence. With a photograph, it will be possible to know which pill it is, its usual dosage, interactions, contraindications, etc. In future versions of the product, it will be possible to personalize it with the user's treatment, which will provide us with first-hand information on adherence and other factors related to health data.

Keywords: Therapy Non-compliance, Medication Adherence, eHealth, Innovation, AI

ABREVIATURAS

HTTPS	Protocolo de transferencia de hipertexto seguro
IA	Inteligencia artificial
OCR	Reconocimiento óptico de caracteres
OMS	Organización Mundial de la Salud

GLOSARIO

Algoritmo	Conjunto ordenado de operaciones sistemáticas que permite hacer cálculos y hallar la solución de un tipo de problemas.
App	Programa informático, generalmente para entornos móviles, diseñado como herramienta funcional y que permite al usuario realizar diversos trabajos.
Freemium	Modelo de negocio, en entornos de aplicaciones digitales, en el que se ofrece gratis las funcionalidades básicas y se cobra por las avanzadas.
Metadato	Datos complementarios que se añaden a una publicación, archivo, documento o información y que permite clasificarlos y localizarlos.
Python	Lenguaje de programación, de tipo interpretado, que se utiliza para desarrollar aplicaciones.
Responsive	Diseño visual que hace que un sitio web o aplicación sea accesible y adaptable en todas las modalidades (móvil Tablet, etc.).
Target	Grupo de personas o segmento de mercado al que está dirigido un producto o servicio. También llamado audiencia objetivo.

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	3
ABREVIATURAS	4
GLOSARIO	4
INTRODUCCIÓN	7
HIPÓTESIS	10
OBJETIVOS	10
METODOLOGÍA	11
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	11
LA VISIÓN COMERCIAL	12
PROCESO DE DESARROLLO	13
<i>Definir los objetivos.</i>	13
<i>Recopilar la base de datos</i>	14
<i>Desarrollar un algoritmo de detección</i>	15
<i>Integrar un sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR)</i>	15
<i>Diseñar la interfaz de usuario</i>	16
<i>Realizar pruebas y refinamientos</i>	16
<i>Implementar funcionalidades adicionales</i>	18
<i>Promoción, distribución y mantenimiento de la aplicación</i>	18
ALGORITMO DE DETECCIÓN	20
EJEMPLO DE ALGORITMO DE DETECCIÓN	21
<i>Extracción de características</i>	21
<i>Entrenamiento</i>	23
<i>Evaluación y ajuste</i>	24
<i>El algoritmo</i>	25
RESULTADOS	27
FINANCIACIÓN	27
PLAN DE TRABAJO	28
LIMITACIONES	29
CONTRIBUCIÓN	30
OTROS	30
REFERENCIAS	31
AUTORIZACIÓN DE DIFUSIÓN	34

INTRODUCCIÓN

El cumplimiento de la medicación comprende un conjunto de comportamientos de salud interrelacionados [1] e involucra dos constructos, la adherencia a la medicación y la persistencia [2]. Su probabilidad de éxito depende de diversos factores, como la disponibilidad, accesibilidad y calidad de los medicamentos [3] implicando tanto al prescriptor, al farmacéutico, al personal de enfermería y al propio paciente [4].

Entendemos la adherencia a la medicación como el grado de cumplimiento de un paciente de acuerdo al intervalo de administración y a la dosis de dosificación prescrita por su médico (por ejemplo, horario de la toma de la medicación, concentración, etc.), pudiendo ser su falta de forma inconsciente, no sintiendo la paciente una necesidad real de cumplirla, principalmente debido a su deterioro cognitivo, o incapacidad de cumplimiento debido a factores externos al propio paciente, como dificultad para reconocer la medicación por deficiente manipulación. Por otro lado, la persistencia nos indica la continuación temporal del tratamiento prescrito [2].

La propia industria farmacéutica no escapa de responsabilidades, la dificultad encontrada en los prospectos de los medicamentos ya se ha discutido en numerosos foros y publicaciones [4], y se entiende que está más preocupada de que sus contenidos y diseños estén enfocados a cumplir las formalidades burocráticas, obviando al usuario final, con información difícil de comprender. Se comprende que por éxito comercial se preocupen de los problemas de la adherencia, sin embargo no se observa esfuerzos significativos en solucionar problemas en este campo.

Esto nos lleva a la clasificación de No adherencia, propuesta por la sociedad Española de Farmacia Familiar y Comunitaria [5], que establece según la intencionalidad (intencionada o no intencionada), según la temporalidad (no iniciación, tardía, discontinuación temprana, subdosificación, sobredosificación y adherencia). En esta misma publicación se detalla los tipos de pacientes no adherentes en iniciadores y no iniciadores, y según su perfil en confundidos, desconfiados y banalizadores.

Se puede afirmar que la adherencia al medicamento supone una de las piedras angulares para el manejo adecuado de pacientes crónicos [6], siendo fundamental en el tratamiento de pacientes con enfermedades crónicas, especialmente asintomáticas, valorando la OMS su incidencia entre un 30-50% [7].

Además de los sucesos adversos que puede ocasionar al paciente, no tenemos que olvidar que es un foco importante de preocupación de salud pública y una carga financiera sobreañadida a los sistemas de salud [8], pudiendo destacar entre estos sucesos asociados el aumento de ingresos hospitalarios, mayor progresión de la enfermedad, mayor resistencia al tratamiento, fracaso en el logro de los objetivos del tratamiento y hasta la muerte [9-11].

Centrándonos en un tema económico se comprueba que niveles más bajos de adherencias provocan costes totales más elevados, usando para ello indicadores como el coste total de la salud, los de farmacia, hospitalizaciones, visitas a urgencias, entre otros [12] por los que la no-adherencia podría ser considerada como un problema de salud pública. En España, año 2021, se estima que la falta de adherencia puede ascender a 11250 millones de euros anuales, según el Observatorio de la Adherencia al Tratamiento [13].

Respecto a las sugerencias para mejorar la adherencia, han sido muchas las investigaciones realizadas para su mejora, entre los que encontramos sistemas de recompensas, reuniones grupales, aumento de la información, etc., que, si bien a corto plazo pueden ser efectivas, a largo vuelven a recaer y son difíciles de implantar [12].

La implementación de intervenciones de tipo educativo y/o conductual no han sido muy eficaces en pacientes pluripatológicos y polimedicados [14], entendiendo estos como aquellas personas que presentan dos o más enfermedades crónicas, junto a una especial susceptibilidad y fragilidad clínica [15], siendo algunos ejemplos propuestos, para mejorar la eficacia, el asesoramiento al paciente o las estrategias de simplificación posológica [14].

Para la mejora de estas intervenciones nos debemos de plantear un escenario inicial donde tendrán que ser valoradas las necesidades del paciente, tanto si es consciente como si no, así como la de los propios profesionales sociosanitarios, de manera que se puedan establecer pautas de colaboración por parte de todos los actores [16].

Este cumplimiento lo podemos dividir en tres fases: iniciación, implementación y la mencionada persistencia y con la intervención intentaremos una mejora positiva, a la vez que se aumenta el conocimiento, la conciencia y la comprensión [17], de forma que se pase de un paciente pasivo y con una necesidad inconsciente a otra consciente de su propia enfermedad y más colaborativo.

También se han estudiado el uso de actuales medios digitales (cibersalud) con la ayuda de webs, mensajes propios personalizados por mensaje corto de texto [18] o incluso una aplicación que almacenaba la medicación asociada a una foto del envase del medicamento [19], mostrando un efecto beneficioso sobre la adherencia. Las más avanzadas ofrecen servicios más centrados en recordatorio de medicación, como RecuerdaMed ©, Biva©, Mi prescripción© y otras aplicaciones similares que se encuentran en el mercado [20]. Las plataformas de eHealth han demostrado una mejora sobre otras intervenciones, sobre todo cuando provienen de fuentes confiables, pudiendo jugar un importante papel en la mejora de la adherencia [4]. El uso de estas herramientas puede suponer una revolución en la mejorar de la adherencia [22], gracias a su amplia difusión, penetración de mercado, personalización, usabilidad y capacidad de adaptación a las demandas.

Son los pacientes confundidos, con una edad cercana, o establecida en la jubilación, aquellos que agobiados por un tratamiento complejo (normalmente pluripatológicos, polimedicados y crónicos)

que les hace dependientes. Una pérdida de la caja, con las indicaciones escritas, el cortar los blísteres de medicación para su facilitar el almacenaje o la presencia de medicación visualmente similares solo hace provocar más incomodidad, con el consecuente riesgo de discontinuidad terapéutica. Las medidas encaminadas a su mejora van desde las técnicas hasta las educativas, todas con el fin de disminuir esa dependencia.

Este es un punto crítico, ya que en experimentos anteriores se ha demostrado que los pacientes jóvenes y más informados sobre su salud son los usuarios más leales a programas de eHealth [21] y nuestro público objetivo es el opuesto. En el plano contrapuesto, la edad, que ha demostrado ser un indicador importante, siendo superior la adherencia a partir de los 51 años y aumentando de forma directa según la edad [23]. Hay que crear cultura y educar a los usuarios menos integrados en estas nuevas tecnologías, además de hacerlo fácil y comprensible.

El objetivo de este proyecto es crear y desarrollar un servicio digital web y/o App, innovador, denominada **MedScan**, que propone una intervención individual empoderando y añadiendo un refuerzo positivo al paciente, podemos denominarlo “motivación farmacoterapéutica”, alineadas con recompensas a corto plazo [24]. Esta App posee capacidad para identificar y detectar medicamentos utilizando imágenes, proporcionando información clara y concisa sobre los tratamientos, permitiendo ganar independencia y confianza a estos pacientes confundidos, conociendo que medicación tienen en casa o deben de tomar, para fomentar una adherencia parcial, de forma que al menos parte del tratamiento sea efectivo, y conseguir ir disminuyendo barreras.

HIPÓTESIS

Se plantea que el desarrollo de una aplicación para detectar medicamentos a través de fotografías, cuando la propia inspección individual no permita su identificación (por ejemplo, envases cortados de los blísteres en formato unidosis) y que sea fácilmente entendible y adaptada a usuarios menos entrenados, será una herramienta efectiva y precisa en la identificación y verificación de medicamentos, mejorando la seguridad del paciente y facilitando la adherencia al tratamiento. Además, se espera que la aplicación contribuya a la farmacovigilancia al detectar medicamentos falsificados o de baja calidad, y al recopilar datos sobre reacciones adversas a medicamentos.

OBJETIVOS

El objetivo principal es desarrollar una aplicación eficiente y precisa que permita la detección de medicamentos a través de fotografías, con la ayuda de la inteligencia artificial generativa, mejorando la seguridad del paciente, facilitando la adherencia al tratamiento y contribuyendo a la farmacovigilancia

Otros objetivos secundarios que se pueden nombrar:

- Aumento de la persistencia gracias a alarmas conectadas con la medicación personal.
- Avisos de contraindicaciones e interacciones.
- Control de indicadores relacionados con la enfermedad.
- Aviso de incidencias.
- Disminución de consultas a médicos de referencias provocadas por mal entendimiento de las pautas de medicación.
- Otorgar el poder a los pacientes de realizar las mejoras que más ayuden a la correcta ejecución del objetivo principal.
- Educación digital de los usuarios.
- Evaluar el impacto de la aplicación en la adherencia al tratamiento de los pacientes y en la mejora de la farmacovigilancia.
- Evaluar la aplicación en un entorno real, recopilando retroalimentación de los usuarios y realizando ajustes según sea necesario.
- Realizar un análisis económico y evaluar la viabilidad comercial del proyecto.

METODOLOGÍA

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

MedScan es una App que permite identificar medicación con una sola fotografía y que contribuye a mejorar el cumplimiento del tratamiento al facilitar la identificación precisa de medicamentos, evita confusiones y errores en la toma de medicamentos y puede ayudar a los pacientes a verificar si están tomando los medicamentos correctos en el momento adecuado, lo que es fundamental para garantizar que los pacientes no interrumpan la medicación por problemas derivados de dudas sobre la veracidad de este.



Al tener acceso a esta información, los pacientes pueden comprender mejor la importancia de su tratamiento y los beneficios que pueden obtener al seguirlo correctamente, lo que puede motivarlos a ser más adherentes.

Con ello se mejora la comprensión, seguimiento, adherencia al tratamiento, monitorización y evaluación de la seguridad de los medicamentos, lo que resulta en mejores resultados de salud para los pacientes y mejorar la calidad de la atención médica. Acción a la que se puede llegar de diversas maneras:

- a) Información detallada sobre los medicamentos, incluyendo indicaciones, posología y efectos secundarios.
- b) Registro y seguimiento de los medicamentos que han tomado, incluyendo recordatorios, como forma de hacerles responsables de su régimen terapéutico.
- c) Alfabetización en salud, al incluir contenido educativo y consejos personalizados relacionados con el tratamiento específico de cada paciente.

En evoluciones posteriores se pretende proporcionar recordatorios y programación de dosis, ofrecer acceso a información relevante sobre medicamentos, permitir el seguimiento del cumplimiento, proporcionar educación y consejos personalizados, y facilitar la comunicación con los farmacéuticos.

Tampoco debemos de olvidar las mejoras en farmacovigilancia al ayudar a identificar medicamentos falsificados, detectar problemas de calidad, recopilar datos sobre reacciones adversas a medicamentos, recopilar información sobre medicamentos detectados y facilitar la colaboración con autoridades sanitarias.

LA VISIÓN COMERCIAL

La aplicación presenta oportunidades comerciales significativas al ofrecer una propuesta de valor única, segmentos de mercado amplios, demanda creciente, colaboraciones estratégicas y un modelo de negocio versátil, pudiendo ser viable y exitosa si se implementa con una estrategia adecuada y se cumple con las expectativas y necesidades de los usuarios. Para ello será necesario que la experiencia de usuario sea intuitiva y atractiva, así como de la capacidad de generar confianza y cumplir con los estándares de seguridad y privacidad de los datos de los usuarios.

Las ventajas y oportunidades más significativas que podemos nombrar son:

1. Diferenciación y propuesta de valor única dentro del mercado de aplicaciones de salud. Puede destacarse como una solución innovadora y conveniente para verificar la identidad y dosis de los medicamentos, lo que puede atraer a los consumidores y generar interés tanto en el público general como en los profesionales de la salud.
2. El mercado de aplicaciones de salud y bienestar es amplio y diverso, lo que permite llegar a diferentes segmentos de usuarios, destacando los pacientes, la industria farmacéutica y los profesionales de la salud, lo que amplía el potencial de penetración en el mercado.
3. Existe una necesidad creciente de soluciones tecnológicas en el campo de la salud que mejoren la experiencia del usuario y brinden información accesible, precisa y confiable.
4. La aplicación puede generar oportunidades de colaboración con diferentes actores del sector de la salud, que fortalezca su distribución y promoción, así como permitir asociaciones estratégicas que impulsen su adopción y reconocimiento en el mercado.
5. Aunque es un modelo a explotar, dependiente del mercado objetivo y de la estrategia comercial establecida, se pueden seguir diferentes modelos de negocio, desde una versión *freemium* hasta suscripción mensual o anual, publicidad o incluso asociaciones con la industria farmacéutica.

- Una vez que la aplicación ha demostrado su viabilidad y éxito en la detección de medicamentos, existe la oportunidad de expandirse a otras áreas relacionadas con la salud y el bienestar.

PROCESO DE DESARROLLO

La creación de esta aplicación se enmarca en un escenario complejo, que requiere un enfoque multidisciplinario y la aplicación de tecnologías de vanguardia, como el aprendizaje automático y desarrollo de aplicaciones móviles (Figura 1).



Figura 1: Fases del proyecto.

Definir los objetivos.

Inicio fundamental de cualquier proyecto y que nos proporcionará una visión clara de su alcance, ayudando a dirigir todas las etapas de desarrollo, desde la recopilación de datos (elaborando un proceso de detección y extracción adecuado a los objetivos perseguidos) hasta el diseño de la interfaz de usuario y las pruebas de funcionalidad. Además, permite una comunicación efectiva entre los diferentes equipos involucrados en el desarrollo de la aplicación y conocer los distintos recursos que serán necesarios.

Primero habrá que establecer qué tipos de medicamentos se desean detectar. Si van a ser libres o recetados, tipo de presentación, gama o familia, etc. También la información específica se desea

extraer de la imagen, como el nombre, la dosis, las instrucciones de uso, etc. a fecha de vencimiento u otros detalles relevantes.

Importante serán los estándares de calidad, debiendo fijar objetivos en términos de precisión y confiabilidad en la detección de medicamentos, evaluando evaluar la tasa de éxito esperada en la identificación correcta de medicamentos y minimizar los falsos positivos o negativos. Implementaremos un plan de mejora continua, con actualizaciones periódicas que sean necesarias para mantener altos estándares de precisión.

Con posterioridad, habrá que formalizar información relacionada con el diseño y experiencia del usuario, prestando atención al público objetivos de la aplicación, así como elegir en que plataforma para dispositivos móviles se desarrollará primero.

Todo ello sin olvidar el correcto cumplimiento normativo y de seguridad, como pueden ser los aspectos legales y normativos asociados con la detección de medicamentos, confidencialidad o las regulaciones sobre privacidad de los datos.

Recopilar la base de datos

Para entrenar un modelo de detección de medicamentos, se requiere una base de datos amplia y diversa que contenga imágenes de diferentes medicamentos, sus etiquetas y metadatos asociados. Esta base de datos se utilizará para entrenar el algoritmo de detección, y deberá de ser diversa y representativa de los diferentes tipos de medicamentos y condiciones de captura. Además, se debe de garantizar la calidad y veracidad de los datos recopilados, realizando controles de calidad adicionales durante el proceso de anotación para garantizar la exactitud de los datos. Esto nos asegura que el modelo de detección sea robusto y capaz de identificar medicamentos en una amplia variedad de situaciones.

Para ello será necesario recopilar imágenes de alta calidad de diferentes medicamentos, fotografiando desde diversos ángulos y condiciones de iluminación, asegurándose de capturar tanto las etiquetas como las características físicas de los medicamentos.

Además de las imágenes, es importante recopilar las etiquetas asociadas a cada uno, ya que contienen información relevante, como el nombre del medicamento, la dosis, las instrucciones de uso y la fecha de vencimiento. Estos datos se utilizarán para entrenar el modelo de detección y para extraer información de las imágenes en la aplicación.

Una vez concluido los procesos anteriores se debe realizar un proceso de anotación en el que se identifiquen y etiqueten las regiones de interés de cada imagen que corresponden al medicamento y a la información relevante. Esto ayuda al modelo de detección a aprender y reconocer los medicamentos en nuevas imágenes.

Por último, no debemos de olvidar las cuestiones legales, como derechos de imagen, etc.

Desarrollar un algoritmo de detección

El corazón de la aplicación es el algoritmo de detección, que debe ser capaz de identificar los medicamentos en una imagen. Esta etapa implica el uso de técnicas de aprendizaje automático, como el reconocimiento de patrones y la clasificación de imágenes. Se pueden utilizar bibliotecas o frameworks de aprendizaje automático, como *TensorFlow* o *PyTorch*, para desarrollar el algoritmo.

Integrar un sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR)

La integración de un sistema de OCR en la aplicación permitirá extraer información específica de las etiquetas de los medicamentos detectados, mejorando así la utilidad y la precisión de la aplicación. Es importante seleccionar y configurar adecuadamente el motor de OCR y optimizar el procesamiento de resultados para brindar una experiencia de usuario óptima.

Existen varios motores de OCR disponibles en el mercado, como *Tesseract*, *Google Cloud Vision OCR* o *Microsoft Azure OCR*, y lo elegiremos según su ajuste a los requisitos en términos de precisión, velocidad y compatibilidad con el lenguaje utilizado en las etiquetas de los medicamentos. Tras la elección hay que entrenar el software para reconocer correctamente los caracteres en las etiquetas de los medicamentos. Para ello se le suministra muestras de texto y se ajustan parámetros como la resolución de imagen, el idioma y las características de los caracteres.

Tras este entrenamiento habrá que realizar la integración del sistema de OCR con el algoritmo de detección de medicamentos para extraer la información relevante de las etiquetas detectadas. Una vez que se ha detectado un medicamento en la imagen, el sistema de OCR se aplica a la región de la etiqueta correspondiente para reconocer y extraer el texto necesario, incluyendo reconocimiento adicional en el caso de caracteres no reconocidos, empleando técnicas de procesamiento de texto como el filtrado de caracteres no válidos, la corrección ortográfica y la verificación de la coherencia con respecto a la información esperada.

Como todo software hay que garantizar un rendimiento óptimo en términos del tiempo de respuesta y el consumo de recursos del hardware. Y que se beneficie de una mejora continua mediante el aprendizaje automático y la retroalimentación de los usuarios.

Diseñar la interfaz de usuario

La interfaz de usuario de la aplicación debe ser amigable, intuitiva y fácil de usar. Los usuarios deberían poder capturar una imagen o cargarla desde la galería de su dispositivo, y luego recibir los resultados de la detección de medicamentos en pantalla. Se deben considerar aspectos como el diseño visual, la usabilidad y la accesibilidad. Las pruebas de usabilidad y la adaptación a diferentes dispositivos (multiplataforma, con diseño *responsive*) nos ayudarán a garantizar que la aplicación sea accesible y funcione correctamente en diferentes circunstancias.

La interacción debe de ser ágil, favorecida por una estructura clara y lógica, en la que prima una disposición lógica de los elementos, navegación intuitiva, flujo de interacción claro e inclusión de indicaciones claras, para guiar a los usuarios durante el proceso de detección de medicamentos. Nos apoyaremos en el uso de colores, tipografía y elementos gráficos adecuados puede mejorar la estética y la legibilidad de la interfaz. También es importante considerar la accesibilidad visual, asegurando un contraste adecuado, tamaños de fuente legibles y que permita personalización. Incluimos retroalimentación visual y auditiva en tiempo real durante el proceso de detección de medicamentos, con mensajes claros de confirmación o error e indicaciones indicadores de progreso.

Realizar pruebas y refinamientos

Una vez que se haya desarrollado la aplicación, habrá que realizar pruebas exhaustivas para asegurarse de que funcione correctamente en diferentes escenarios y dispositivos. Se deben identificar y corregir posibles errores y realizar mejoras iterativas basadas en los comentarios de los usuarios y los resultados de las pruebas.

Se realizarán pruebas de seguridad para identificar y corregir posibles vulnerabilidades en la aplicación, incluyendo estudios de penetración, análisis de seguridad y revisiones de código para garantizar que la aplicación cumpla con los estándares de seguridad y proteja la información sensible de los usuarios. Así mismo, hay que garantizar que la aplicación sea compatible con diferentes dispositivos y sistemas operativos, verificando que se ejecute correctamente y se muestre de manera adecuada en diferentes configuraciones.

Otro apartado de gran importancia es el relativo a la seguridad y privacidad, que aparecen como aspectos críticos al desarrollar una aplicación que maneja información sensible relacionada con medicamentos y salud. Habrá que prestar atención a posibles puntos de ruptura relacionados con:

- Asegurarse de que la aplicación cumpla con todas las regulaciones y estándares aplicables, como la Ley de Protección de Datos Personales, las regulaciones de privacidad de la salud o cualquier otra legislación específica relacionada con la recolección, almacenamiento y procesamiento de datos de salud.
- Implementar medidas de seguridad robustas para proteger los datos personales de los usuarios. Esto puede incluir el cifrado de datos almacenados, el uso de conexiones seguras (HTTPS) para la transmisión de datos y la adopción de buenas prácticas de seguridad de la información, como la gestión adecuada de contraseñas y la autenticación de usuarios.
- Obtener el consentimiento informado de los usuarios para recopilar, almacenar y procesar sus datos de acuerdo con las regulaciones de privacidad, proporcionando una política de privacidad clara y transparente que explique cómo se utilizarán los datos y ofrecer a los usuarios la posibilidad de revisar y actualizar su consentimiento en cualquier momento.
- Si se realiza alguna recopilación de datos con fines de investigación o mejora del servicio, es importante garantizar que los datos se anonimicen de manera adecuada y que no sea posible identificar a los usuarios individuales a partir de ellos.
- Establecer un seguro a los datos, limitando el acceso a los mismos a las personas autorizadas y estableciendo controles de seguridad para prevenir accesos no autorizados. Esto puede incluir la implementación de sistemas de autenticación y autorización, así como la monitorización de actividades sospechosas.
- Establecer políticas claras sobre la eliminación segura de datos de los usuarios. Esto puede implicar la implementación de procedimientos para borrar permanentemente los datos de los usuarios cuando ya no sean necesarios, o cuando un usuario solicite la eliminación de sus datos personales de la aplicación.
- Implementar mecanismos de auditoría y monitoreo para detectar y prevenir posibles brechas de seguridad o mal uso de los datos.
- Ser transparente con los usuarios acerca de cómo se manejan sus datos y brindar canales de comunicación para que puedan plantear preguntas, inquietudes o solicitudes relacionadas con la seguridad y privacidad de sus datos.
- Realizar pruebas de seguridad regulares en la aplicación para identificar posibles vulnerabilidades y corregirlas de manera proactiva. Esto puede incluir pruebas de penetración, evaluaciones de seguridad y revisiones de código.

Garantizar la seguridad y privacidad de los usuarios es fundamental para ganar su confianza y proteger su información personal. Al implementar medidas sólidas de seguridad y cumplir con las

regulaciones pertinentes, la aplicación se convertirá en un entorno seguro y confiable para los usuarios.

Implementar funcionalidades adicionales

Además de la actividad principal, la detección de medicamentos, se pueden agregar características adicionales a la aplicación, como la posibilidad de almacenar un historial de medicamentos detectados, proporcionar información detallada sobre los medicamentos o conectar con una base de datos externa para obtener información actualizada.

Funcionalidades pensadas para los pacientes son la capacidad de establecer recordatorios para tomar medicamentos, realizar seguimientos de dosis, conectar con su farmacia de confianza y establecer canales de retroalimentación, bien con foros o con reseñas. Esto ayudará a los usuarios a mantenerse al día con sus tratamientos y a garantizar un uso adecuado de los medicamentos recetados.

Otras labores están relacionadas con aportar mayor información, para lo que será necesario la integración de otras bases de datos (como las provenientes de agencias reguladoras de medicamentos o recursos médicos reconocidos), búsquedas ampliadas o integración con tecnologías emergentes.

Resumiendo, la implementación de funciones adicionales y la mejora continua de la aplicación permitirán mantenerla relevante y adaptada a las necesidades cambiantes de los usuarios. Para ello, habrá que escuchar los comentarios de los usuarios, mantener la aplicación actualizada y aprovechar las oportunidades que ofrecen las nuevas tecnologías para brindar una experiencia en constante evolución.

Promoción, distribución y mantenimiento de la aplicación

Una vez que la aplicación ha pasado por las etapas de desarrollo y prueba, está lista para ser lanzada en las tiendas de aplicaciones correspondientes (como *App Store* o *Google Play*). Es importante seguir mejorando la aplicación y proporcionar actualizaciones periódicas para mantenerla funcional y compatible con las últimas versiones de sistemas operativos móviles.

Se realizarán pruebas exhaustivas para asegurarte de que todas las funciones de la aplicación funcionen como se esperaba. Esto incluye probar la detección de medicamentos a través de fotografías, la extracción de información relevante, la integración de bases de datos y cualquier otra

funcionalidad implementada. Los resultados deben de ser precisos y consistentes en diferentes escenarios y condiciones de iluminación.

También, se evaluará el rendimiento de la aplicación, con pruebas funcionales, en diferentes situaciones para asegurarte de que responda de manera rápida y eficiente, identificando y corrigiendo (si fuera necesarios) cuellos de botella, incluyendo pruebas de velocidad de detección, la capacidad de respuesta de la interfaz de usuario y el tiempo de procesamiento de las funciones principales.

Volvemos a recordar la importancia de usabilidad, más conociendo nuestro *target*, por lo que se realizarán estas con usuarios reales para evaluar la facilidad de uso, la comprensión de la interfaz de usuario y la capacidad de completar las tareas de detección de medicamentos de manera exitosa. Esto nos permitirá una retroalimentación muy valiosa para identificar posibles mejoras en la usabilidad y la experiencia del usuario.

En el apartado de calidad estableceremos un control continuo, implementando herramientas de seguimiento de errores, la resolución de problemas reportados por los usuarios y la realización regular de pruebas y revisiones para detectar y corregir posibles problemas. Se optará por un método de versionado y un proceso de despliegue controlado para garantizar que solo se publiquen versiones estables y probadas de la aplicación. Esto ayuda a evitar problemas de funcionamiento o errores que puedan afectar negativamente a los usuarios.

Por último, y fundamental, no olvidar escuchar los comentarios y sugerencias de los usuarios, y utiliza esta información para realizar ajustes y mejoras en futuras versiones de la aplicación.

ALGORITMO DE DETECCIÓN

El desarrollo de un algoritmo de detección preciso y confiable es una parte central del proceso de crear esta aplicación. Sin embargo, antes de aplicar el algoritmo de detección, es posible que sea necesario realizar un preprocesamiento de las imágenes, que incluya ajustes del contraste, corrección de la iluminación, reducción de ruido u otras técnicas para mejorar la calidad y resaltar las características relevantes (Figura 2).

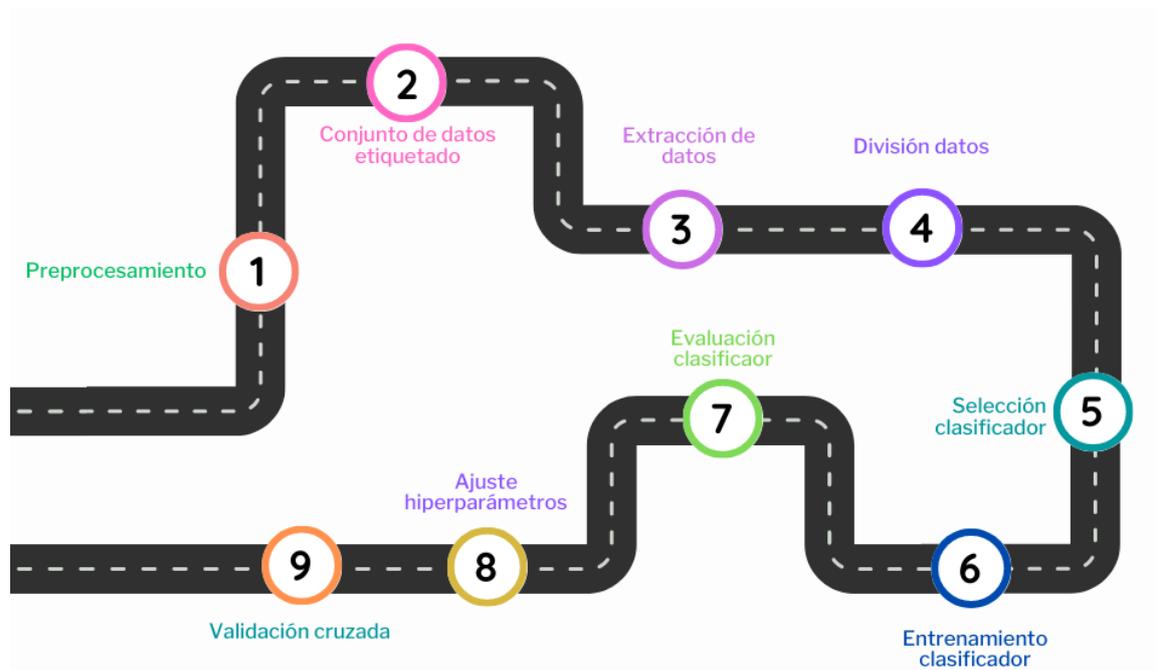


Figura 2: Operaciones con el algoritmo de detección.

La detección de medicamentos en imágenes generalmente se basa en técnicas de aprendizaje automático y debe ser capaz de aprender y reconocer características distintivas de los medicamentos en las imágenes.

Existen varios enfoques para la detección de objetos en imágenes, como el uso de algoritmos basados en características (por ejemplo, descriptores SIFT o SURF) o técnicas más recientes basadas en redes neuronales convolucionales (CNN). La elección del algoritmo dependerá de factores como la precisión requerida, el tamaño y la complejidad de la base de datos, y los recursos computacionales disponibles.

Una vez seleccionado el algoritmo, se debe entrenar el modelo utilizando la base de datos recopilada, lo que implica alimentar al algoritmo con las imágenes anotadas y etiquetadas, permitiéndole aprender a reconocer y detectar medicamentos en nuevas imágenes.

También se debe evaluar la precisión y el rendimiento del modelo utilizando conjuntos de datos de prueba. Así, si los resultados no cumplen con los objetivos establecidos, se pueden realizar ajustes

en el modelo, como cambios en la arquitectura de la red neuronal, el tamaño del conjunto de entrenamiento o los parámetros del algoritmo.

Otros ajustes a realizar será establecer una velocidad y eficiencia acorde a una aplicación en tiempo real, por lo que el proceso de detección debe de ser lo suficientemente rápido para brindar resultados en un tiempo razonable. Igual de importante será validar la robustez y precisión del algoritmo, realizando pruebas exhaustivas utilizando diferentes conjuntos de datos y escenarios, como diferentes condiciones de iluminación, ángulos y fondos, así como con distintos medicamentos y etiquetas.

La mejora continua del algoritmo es esencial para mantener su rendimiento y adaptarse a nuevos desafíos. Se pueden realizar actualizaciones periódicas utilizando técnicas como el aprendizaje activo, que permiten mejorar el modelo con retroalimentación de los usuarios y nuevos datos recopilados.

Ejemplo de algoritmo de detección

Desarrollamos el algoritmo usando *Python* como lenguaje de programación, recordando (se ha comentado anteriormente) la importancia de realizar algunas operaciones de preprocesamiento previas.

Extracción de características

La extracción de características es un paso fundamental en el proceso de detección de medicamentos, ya que nos permite capturar información relevante y distintiva de la imagen que ayudará al clasificador a realizar una correcta clasificación.

Utilizaremos descriptores como Histogramas de Gradientes Orientados (HOG), características de textura o descriptores basados en aprendizaje profundo, como *Convolutional Neural Networks* (CNN). Dependerá de la naturaleza de los medicamentos y las características visuales que se deseen capturar. En general, se deben seleccionar características que sean discriminativas y consistentes en diferentes imágenes de medicamentos.

- Histogramas de Gradientes Orientados (HOG): Esta técnica se utiliza para capturar la información sobre la forma y la orientación de los bordes en una imagen. Se calculan los gradientes de la imagen y se agrupan en histogramas para obtener un vector de características que representa la distribución de gradientes en diferentes regiones de la imagen.

- Descriptores de textura: Estos descriptores se utilizan para capturar la información relacionada con las propiedades texturales de la imagen, como la suavidad, la rugosidad, la uniformidad, etc. Algunos ejemplos de descriptores de textura ampliamente utilizados son el *Local Binary Patterns* (LBP) y el *Gray-Level Co-occurrence Matrix* (GLCM).
- Características basadas en aprendizaje profundo: Con los avances en el aprendizaje profundo, se han desarrollado arquitecturas de redes neuronales, como las *Convolutional Neural Networks* (CNN), que son capaces de extraer automáticamente características relevantes de las imágenes. Estas redes son entrenadas en grandes conjuntos de datos y aprenden a identificar características discriminativas a diferentes niveles de abstracción.

Para la aplicación usamos la técnica de Histogramas de Gradientes Orientados (HOG) para la extracción de características, utilizando en *Python* y la biblioteca *scikit-image*:

```

from skimage.feature import hog
import cv2

def extract_hog_features(image):
    # Convertir la imagen a escala de grises
    gray_image = cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)

    # Calcular los histogramas de gradientes orientados
    features = hog(gray_image, orientations=9, pixels_per_cell=(8, 8),
                  cells_per_block=(2, 2), block_norm='L2-Hys')

    return features

# Ejemplo de extracción de características utilizando HOG
image = cv2.imread('medicamento.jpg')
hog_features = extract_hog_features(image)
print(hog_features)

```

Se usa la función *hog* de la biblioteca *scikit-image* para calcular los histogramas de gradientes orientados a partir de una imagen. Los parámetros *orientations*, *pixels_per_cell*, *cells_per_block* y *block_norm* se pueden ajustar según las necesidades y características de los medicamentos que se deseen detectar.

Entrenamiento

Una vez que se han extraído las características de las regiones de interés, se necesita un clasificador entrenado que pueda distinguir entre medicamentos y otros elementos en la imagen. Se pueden utilizar clasificadores como *Support Vector Machines (SVM)*, *Random Forests*, *Naive Bayes* o redes neuronales para esta tarea y su elección depende de los requisitos de los problemas y la naturaleza de los datos.

El objetivo del entrenamiento del clasificador es enseñar al algoritmo a distinguir entre imágenes de medicamentos y otras imágenes que no contengan medicamentos.

El proceso de entrenar el clasificador implica la preparación y organización de un conjunto de datos (propio) etiquetado y se repite iterativamente. Este conjunto de datos de entrenamiento representativo y bien etiquetado para lograr una detección precisa y confiable de los medicamentos en las fotografías.

A continuación, se describe el proceso general de etiquetado y entrenamiento de datos:

- Recopilación de imágenes, tanto medicamentos como otras imágenes que no sean medicamentos. Las imágenes de medicamentos deben ser variadas y cubrir diferentes marcas, formas, colores y tamaños. Las imágenes sin medicamentos pueden ser imágenes de fondo, objetos no relacionados o cualquier otra cosa que pueda encontrarse en una fotografía, pero que no sea un medicamento.
- Cada imagen recopilada debe ser etiquetada adecuadamente como "medicamento" + "nombre" o "no medicamento". Este proceso implica asignar una etiqueta a cada imagen que indique si contiene o no un medicamento. Existen herramientas de etiquetado de imágenes que simplifican este proceso y generan un archivo de metadatos que asocia cada imagen con su etiqueta correspondiente.
- Una vez que todas las imágenes están etiquetadas, se divide el conjunto de datos en dos, un conjunto de entrenamiento y un conjunto de prueba. La proporción de división puede variar dependiendo del tamaño del conjunto de datos y de las necesidades específicas del proyecto. Por lo general, se reserva aproximadamente el 70-80% de las imágenes para el entrenamiento y el 20-30% restante para la prueba. El conjunto de entrenamiento se utiliza para enseñar al clasificador, mientras que el conjunto de prueba se utiliza para evaluar su rendimiento y generalización.
- Utilizando técnicas de procesamiento de imágenes, como *HOG*, descriptores de textura o características basadas en aprendizaje profundo (ya explicadas), se extraen las características

relevantes de cada imagen en el conjunto de entrenamiento. Estas características serán la entrada para el algoritmo de entrenamiento.

- Utilizando el conjunto de entrenamiento etiquetado y las características extraídas, se entrena el clasificador. Algunos clasificadores comunes utilizados en problemas de estudio de imágenes son *Support Vector Machines (SVM)*, *Random Forests*, *Naive Bayes*, Redes Neuronales, entre otros. La elección del clasificador depende de los requisitos del problema y de la naturaleza de los datos.
- El algoritmo de clasificación ajustará los parámetros internos del modelo para aprender a distinguir entre imágenes de medicamentos y no medicamentos.
- Es recomendable utilizar técnicas de validación cruzada, como la validación cruzada *k-fold*, para evaluar y ajustar el rendimiento del clasificador. Esto implica dividir el conjunto de datos en *k* subconjuntos y realizar múltiples rondas de entrenamiento y evaluación, utilizando diferentes combinaciones de subconjuntos de entrenamiento y prueba.
- Además, se pueden realizar ajustes en los hiperparámetros del clasificador para mejorar su precisión y generalización. Los hiperparámetros son configuraciones específicas del algoritmo de clasificación que no se aprenden durante el entrenamiento, como el valor de *C* en *SVM* o el número de árboles en *Random Forests*.
- Una vez entrenado el clasificador, se evalúa su rendimiento utilizando el conjunto de prueba. Se calculan métricas como precisión, recuerdo (*recall*) y puntuación F1 para medir su capacidad de detección de medicamentos y evitar falsos positivos o falsos negativos.

Evaluación y ajuste

Es importante tener en cuenta que la evaluación y ajuste del clasificador son procesos iterativos y requieren tiempo y paciencia. Es fundamental comprender las limitaciones del clasificador y estar dispuesto a realizar ajustes para mejorar su precisión y capacidad de detección de medicamentos en las fotografías.

A continuación, se describe el proceso general de evaluación y ajuste del clasificador:

- Se utiliza un conjunto de prueba, previamente separado del conjunto de datos etiquetado, para evaluar el rendimiento del clasificador. Este conjunto de prueba contiene imágenes que el clasificador no ha visto durante el entrenamiento y, por lo tanto, se utiliza para evaluar su capacidad de generalización. Puedes ser necesario aumentar el número de datos etiquetados mediante técnicas de aumento de datos, lo que implica aplicar transformaciones como rotaciones, cambios de escala, recortes, cambios de iluminación,

entre otros, a las imágenes existentes para generar nuevas muestras. El aumento de datos puede aumentar la diversidad del conjunto de entrenamiento y mejorar la capacidad del clasificador para generalizar y lidiar con diferentes variaciones en los medicamentos.

- Se calculan diferentes métricas para evaluar el desempeño del clasificador, proporcionando una visión general del rendimiento del clasificador y su capacidad para detectar medicamentos correctamente. Estas métricas son la precisión (*accuracy*), que mide la proporción de predicciones correctas sobre el total de predicciones realizadas, el recuerdo (*recall*), que mide la proporción de muestras positivas correctamente identificadas, y la puntuación F1, que es una medida combinada de precisión y recuerdo.
- Se analizan los errores cometidos, que ayudan a identificar patrones y áreas de mejora para el clasificador, por el clasificador durante la evaluación, examinando las imágenes clasificadas incorrectamente y tratando de comprender las razones detrás de esos errores. Las razones de estos errores pueden ser variadas, como cambios en la apariencia de los medicamentos, problemas de iluminación, imágenes de baja calidad, entre otros.
- Si el rendimiento del clasificador no es satisfactorio, se pueden realizar ajustes en los hiperparámetros del modelo para mejorar el rendimiento y la precisión del clasificador. Los hiperparámetros son configuraciones específicas del algoritmo de clasificación que no se aprenden durante el entrenamiento, como la configuración de la red neuronal, la profundidad del árbol de decisiones, la regularización, etc.
- El proceso de evaluación, ajuste y análisis de errores se repite iterativamente hasta alcanzar un rendimiento satisfactorio del clasificador. Es posible que se requieran varios ciclos de entrenamiento, evaluación y ajuste para mejorar gradualmente el desempeño del clasificador.

El algoritmo

Implementamos un algoritmo básico utilizando *OpenCV* y *SVM* en *Python*:

```
import cv2
import numpy as np
from sklearn import svm
# Paso 1: Preprocesamiento de la imagen
def preprocess_image(image):
# Implementa las operaciones de preprocesamiento necesarias
```

```

# como la reducción de ruido, mejora de contraste, etc.
    preprocessed_image = image
    return preprocessed_image

# Paso 2: Extracción de características
def extract_features(image):
    # Implementa la extracción de características de la imagen,
    # utilizando técnicas como HOG, descriptores de textura, etc.
    features = np.array([])
    return features

# Paso 3: Entrenamiento del clasificador
def train_classifier(X, y):
    # Entrena un clasificador SVM con las características extraídas
    classifier = svm.SVC()
    classifier.fit(X, y)
    return classifier

# Paso 4: Etiquetado y entrenamiento de datos
# Supongamos que tienes un conjunto de datos etiquetado llamado "data"
X_train = []
y_train = []
for image, label in data:
    preprocessed_image = preprocess_image(image)
    features = extract_features(preprocessed_image)

```

RESULTADOS

El proyecto se encuentra en la fase inicial de creación y desarrollo de la aplicación, por lo que aún no se pueden ofrecer resultados sobre la misma.

Está previsto reportar los siguientes indicadores que nos sirvan de comprobación de la salud del proyecto:

- Número de medicamentos en la biblioteca.
- Efectividad del reconocimiento óptico de caracteres.
- Precisión y fiabilidad del sistema de entrenamiento.
- Descargas de la App.
- Interacciones con la App.
- Número de opiniones y reseñas.
- Alcance y segmentación.
- Retorno de la inversión.

FINANCIACIÓN

El plan financiero, aún en desarrollo, deberá abordar los costos de desarrollo, infraestructura tecnológica, adquisición y mantenimiento de datos, marketing, soporte al cliente, así como los ingresos esperados. Su viabilidad financiera estará marcada por la proyección de gastos, el flujo de efectivo y el retorno de la inversión. De su éxito dependerá la asignación de nuevos recursos para estrategias de crecimiento.

Según la temporalidad de los gastos tendremos los iniciales, como el desarrollo de la aplicación será uno de los principales gastos iniciales. Esto incluirá los costos de contratar un equipo de desarrollo de software calificado y experimentado, así como los gastos relacionados con el diseño de la interfaz de usuario, la programación, las pruebas y la implementación de la aplicación, incluidos lo de la creación y mantenimiento de la base de datos.

En los gastos continuados aparecen los tecnológicos, para que la aplicación funcione correctamente, se requerirá una infraestructura tecnológica sólida. Esto incluirá servidores, almacenamiento en la nube, seguridad de datos y otros aspectos relacionados con la gestión y el mantenimiento de la plataforma.

En este mismo grupo entran los de marketing, ya que para la promoción nos apoyaremos en la publicidad en medios digitales y convencionales, la participación en conferencias y eventos

relacionados con la salud, publicaciones, etc., y los de atención y soporte al usuario, que son clave para la satisfacción final y retención del cliente.

En cuanto a los ingresos potenciales generados por la aplicación, se pueden plantear distintos modelos, como freemium, los de suscripción y las posibles asociaciones con compañías farmacéuticas o proveedores de servicios de salud.

PLAN DE TRABAJO

Partiendo de que los plazos pueden variar dependiendo de varios factores, como el alcance del proyecto, el tamaño del equipo de desarrollo y la disponibilidad de recursos, tomaríamos como inicio del proyecto el 1 de julio de 2023, en el segundo semestre del mes se realizarán las tareas más técnicas, como la creación de la base de datos (incluyendo fotografía), extracción de características y entrenamiento de los posibles algoritmos. Tras los primeros datos que nos arroje esta fase, previsto para octubre de 2023, pasaremos a la programación de la App y creación del entorno usable, pruebas de rendimientos, test AB, etc. Todo este primer paquete técnico no debe de extenderse más allá del año 2023.

Con el inicio del año 2024 se procederá a su alojamiento en los distintos repositorios de descarga digitales y comprobación de estabilidad y rendimiento en situaciones reales de uso, así como en conocer el feedback de los primeros usuarios para que la primera versión definitiva estable esté disponible en junio de 2024.

LIMITACIONES

Es importante considerar que existen limitaciones y realizar pruebas exhaustivas para evaluar el rendimiento y la precisión de la aplicación en diferentes escenarios antes de su implementación en entornos reales.

A nivel humano tenemos que admitir que el grupo de población, al que se dirige la aplicación, es más reacio al uso de aplicaciones digitales, por lo que debemos de crear una experiencia de usuario adaptada a ellos.

A nivel técnico encontraremos una gran variabilidad en las condiciones de captura de imágenes, con importantes variaciones en las condiciones de iluminación, enfoque, ángulo de captura o calidad de las imágenes. Esto puede afectar la precisión del algoritmo de detección, ya que puede haber dificultades para extraer características relevantes de las imágenes o identificar medicamentos con precisión debido a la falta de uniformidad en las condiciones de captura.

Otra limitación vendrá dada por las similitudes de los medicamentos, de manera que el algoritmo puede tener dificultades para diferenciarlos correctamente y puede haber un mayor riesgo de falsos positivos o falsos negativos en la detección.

Será necesario establecer un calendario de actualizaciones para incluir nuevos medicamentos, incluidos los datos, etiquetado y entrenamiento, para mantenerse al día con los cambios en el mercado farmacéutico. En caso de no encontrarse el medicamento nuevo en el conjunto de datos de entrenamiento, el algoritmo puede tener dificultades para reconocerlo y clasificarlo correctamente. La capacidad de generalización del algoritmo puede ser limitada en estos casos

El proceso de etiquetado de imágenes puede ser laborioso y propenso a errores. La calidad del etiquetado puede afectar directamente la precisión del clasificador, por lo que es fundamental asegurar que las imágenes estén correctamente etiquetadas. Además, el etiquetado puede requerir experiencia y conocimientos específicos sobre los medicamentos y sus características distintivas.

Aunque los algoritmos de visión por computadora han avanzado significativamente, todavía existen desafíos en la detección y reconocimiento precisos de objetos en imágenes. Tendremos que adaptarnos a los nuevos métodos de entrenamiento y detección para conseguir la mayor precisión posible en el menor tiempo.

Por último, un proyecto como el desarrollado requiere de una inversión importante inicial.

CONTRIBUCIÓN

La conceptualización, investigación, escritura y desarrollo son atribuibles al autor. Sin embargo, y el contexto de este Diploma en Digitalización e Innovación en Salud, en el que conocidos expertos nos han hablado y proporcionado herramientas digitales, he consultado con diversos servicios (web y App) basados en inteligencia artificial. A continuación, se exponen para darle el correspondiente crédito y agradecimiento:

Generación de ideas, escritura, redacción: [ChatGPT](#), [Perplexity](#), [Simplified](#)

Contenido: [MakerAI](#)

Nombre: [Namelix](#)

Logotipo: [Logomaster](#)

Encontrar artículos científicos: [Elicit](#)

Resumen artículos científicas: [Humata](#), [Scholarcy](#), [Resoomer](#)

Código: [Copilot.ai](#)

OTROS

Financiación: Esta investigación no recibió financiación externa.

Declaración de bioética: Este proyecto es una aproximación inicial y no interfirió con ningún usuario o recopiló datos. Como ha quedado expuesto, es una parte fundamental del desarrollo y de aplicación obligatoria cuando se realice.

Declaración de consentimiento informado: No procede.

Declaración de disponibilidad de datos: Aún no existen datos que respaldan las razones de este estudio.

Conflictos de intereses: El autor declaran no tener conflictos de intereses.

REFERENCIAS

1. Raebel MA, Schmittiel J, Karter AJ, Konieczny JL, Steiner JF. Standardizing terminology and definitions of medication adherence and persistence in research employing electronic databases. *Med Care*, 51 (2013), pp. S11-S21
2. Cramer JA, Roy A, Burrell A, Fairchild CJ, Fuldeore MJ, Ollendorf DA, Wong PK. Medication compliance and persistence: terminology and definitions. *Value Health*. 2008 Jan-Feb;11(1):44-7. doi: 10.1111/j.1524-4733.2007.00213.x. PMID: 18237359.
3. García-Jiménez E, Amariles P, Machuca M, Parras-Martín M, Espejo-Guerrero J, Faus MJ.. Incumplimiento, problemas relacionados con los medicamentos y resultados negativos asociados a la medicación: causas y resultados en el seguimiento farmacoterapéutico. *Ars Pharm* 2008; 49 (2): 145-157.
4. Peiró S et al. Política y Evaluación de los Medicamentos Hospitalarios. (pp.49-63): Adherencia al tratamiento, cronicidad y seguimiento de resultados en salud. 2018. Fundación Gaspar Casal, Madrid.
5. Sociedad Española de Farmacia Familiar y Comunitaria (SEFAC). Dispensación, adherencia y uso adecuado del tratamiento: guía práctica para el farmacéutico comunitario. 2017. ISBN: 978-84-697-6252-3
6. González-Bueno J, Vega-Coca MD, Rodríguez-Pérez A, Toscano-Guzmán MD, Pérez-Guerrero C, Santos-Ramos B. Intervenciones para la mejora de la adherencia al tratamiento en pacientes pluripatológicos: resumen de revisiones sistemáticas. *Aten Primaria*. 2016;48:121-130.
7. Sabaté E. Adherence to long term therapies. Evidence for action. Genève: World Health Organization; 2003.
8. Audrain-Pontevia AF, Menvielle L, Ertz M. Effects of Three Antecedents of Patient Compliance for Users of Peer-to-Peer Online Health Communities: Cross-Sectional Study. *J Med Internet Res*. 2019 Nov 11;21(11):e14006. doi: 10.2196/14006. PMID: 31710295; PMCID: PMC6878099.
9. Holloway KA. Combating inappropriate use of medicines. *Expert Rev Clin Pharmacol*. 2011;4:335-48. doi:10.1586/ecp.11.14
10. Viswanathan M, Golin CE, Jones CD, et al. Interventions to improve adherence to self-administered medications for chronic diseases in the United States: a systematic review. *Ann Intern Med*. 2012;157:785-95. doi:10.7326/0003-4819-157-11-201212040-00538Medline
11. Haynes RB, Ackloo E, Sahota N, McDonald HP, Yao X. Interventions for enhancing medication adherence. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;(2):CD000011.

12. Cutler RL, Fernandez-Llimos F , Frommer M , et al Impacto económico de la falta de adherencia a la medicación por grupos de enfermedades: una revisión sistemática *BMJ Open* 2018; 8: e016982. doi: 10.1136 / bmjopen-2017-016982
13. Consejo General De Colegios Oficiales De Farmacéuticos. Adhiérete. Mejorar la adherencia a los tratamientos en mayores crónicos, polimedcados, e incumplidores y la sostenibilidad del sistema sanitario a través de la farmacia. Disponible en: <https://www.portalfarma.com/Profesionales/InvestigacionFarmacia/Adhierete/Documents/Folleto-Adhierete-castellano.pdf>
14. De Geest S, Zullig LL, Dunbar Jacob J, Helmy R, Hughes DA, Wilson IB, et al. ESPACOMP medication adherence reporting guideline (EMERGE). *Ann Intern Med*, 169 (2018), pp. 30-35. doi.org/10.7326/M18-0543.
15. Federación de Asociaciones de Enfermería Comunitaria y Atención Primaria, Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria, Sociedad Española de Medicina Interna. Desarrollo de guías de práctica clínica en pacientes con comorbilidad y pluripatología. Madrid: Multimédica Proyectos, S.L.; 2013.
16. Giraudo N., Chiarpenello J.: Educación para la salud basada en la comunidad (segunda entrega). *Evid Act Pract Ambul* 2012; 15: pp. 21-25.
17. Sieben A, Bredie SJ, van Laarhoven CJ, Schoonhoven L, Burger DM, van Onzenoort HA. E-healthinterventies en verbetering van therapietrouw [e-Health interventions and improvement in treatment adherence]. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 2014;158:A8460. Dutch. PMID: 25534266.
18. Dowshen N, Kuhns LM, Johnson A, Holoyda BJ, Garofalo R Improving Adherence to Antiretroviral Therapy for Youth Living with HIV/AIDS: A Pilot Study Using Personalized, Interactive, Daily Text Message Reminders *J Med Internet Res* 2012;14(2):e51 Disponible en: <http://www.jmir.org/2012/2/e51/> doi: 10.2196/jmir.2015
19. Mira JJ, Navarro I, Botella F, Borrás F, Nuno-Solinis R, Orozco D, et al. A Spanish pillbox app for elderly patients taking multiple medications: randomized controlled trial. *J Med Internet*. 2014;16:e99. Disponible en: <https://www.jmir.org/2014/4/e99/>
20. Morillo Verdugo R, Javier Sáez de la Fuente J, Calleja Hernández MA. MAPEX: mirar profundo, mirar lejos. *Farm Hosp*. 2015;39(4):189-191.
21. Malpartida-Flores M, Fernández-Lisón LC. Seguimiento farmacoterapéutico online de pacientes externos. Aplicación para móviles: experiencia a 6 meses. *Rev. OFIL* 2017, 27;4:408
22. Rodríguez Chamorro MA, Pérez Merino EM, García Jiménez E, Rodríguez Chamorro A, Martínez Martínez F, Faus Dader MJ. Revisión de estrategias utilizadas para la mejora de la adherencia al tratamiento farmacológico. *Pharm Care Esp*. 2014; 16(3): 110-120

23. Farmaindustria. Plan de adherencia al tratamiento. Uso responsable del medicamento. Disponible en: <https://www.farmaindustria.es/adherencia/>
24. Padilla Pérez M. Apps de salud como herramienta para mejorar cumplimiento terapéutico. Adheridos [Internet]. Disponible en https://adheridos.es/wp-content/uploads/2021/11/210930_4065_articulo_Miriam-Padilla-Perez.pdf

AUTORIZACIÓN DE DIFUSIÓN

El abajo firmante, matriculado en el Diploma Universitario de Digitalización e Innovación en Salud autoriza a las entidades coordinadoras del DUDIS a difundir y utilizar con fines académicos, no comerciales y mencionando expresamente a sus autores el presente Trabajo Fin de Diploma, realizado durante el curso académico 2022-2023 bajo la dirección de D^a. Nuria García-Agua Soler, con el objeto de incrementar la difusión, uso e impacto del trabajo y garantizar su preservación y acceso a largo plazo.

Carlos A. Ruiz Núñez

Málaga, 20 de junio de 2023