

Integrated Customer Service System with Artificial Intelligence for Pharmacies

Diginomics.

2025; 4:202

DOI: 10.56294/digi2025202

ISSN: 3072-8428

Sistema Integral de Atención al Cliente con Inteligencia Artificial para Farmacias

Juan Ignacio Gutierrez¹

¹Universidad Siglo 21, Licenciatura en Informática. Argentina.

Citar como: Ignacio Gutierrez J. Integrated Customer Service System with Artificial Intelligence for Pharmacies. Diginomics. 2025; 4:202. <https://doi.org/10.56294/digi2025202>

ABSTRACT

This project addressed the issue of pharmaceutical care and management in community pharmacies, characterized by deficiencies in patient guidance, stock administration, and operational efficiency. Aiming to improve these aspects, an integrated system was developed, consisting of a mobile application for users and a desktop application for pharmacy staff. The solution included e-commerce functionalities, medication reminders, and a conversational assistant based on artificial intelligence, as well as tools for management and sales prediction. Although specific metrics were defined to assess the system's impact, they could not be applied in a real environment due to the academic nature of the project, time constraints, and the absence of a production context. Nevertheless, functional tests were carried out on each component, validating their technical and operational feasibility. The development process fostered the learning of emerging technologies and strengthened project management skills. It was concluded that the system is feasible and has the potential to significantly enhance customer service and internal management in pharmacies. Future implementation is recommended to validate its impact under real-world conditions.

Keywords: Pharmaceutical Care; Artificial Intelligence; E-Commerce; Inventory Management; Mobile Applications.

RESUMEN

El presente proyecto abordó la problemática de la gestión y atención farmacéutica en farmacias comunitarias, caracterizada por deficiencias en la orientación al paciente, la administración de stock y la eficiencia operativa. Con el objetivo de mejorar estos aspectos, se desarrolló un sistema integral compuesto por una aplicación móvil para usuarios y una aplicación de escritorio orientada al personal farmacéutico. La solución incluyó funcionalidades de comercio electrónico, recordatorios de medicación y un asistente conversacional basado en inteligencia artificial, así como herramientas de gestión y predicción de ventas. Si bien se definieron métricas específicas para evaluar el impacto del sistema, estas no pudieron aplicarse en un entorno real debido a la naturaleza académica del trabajo, las limitaciones de tiempo y la ausencia de un entorno productivo. No obstante, se realizaron pruebas funcionales sobre cada componente, las cuales permitieron validar su viabilidad técnica y operativa. El proceso de desarrollo favoreció tanto el aprendizaje de tecnologías emergentes como el fortalecimiento de competencias en gestión de proyectos. Se concluyó que el sistema desarrollado es factible y tiene potencial para mejorar significativamente la atención al cliente y la administración interna en farmacias, recomendándose su implementación futura para validar su impacto en condiciones reales.

Palabras clave: Atención Farmacéutica; Inteligencia Artificial; Comercio Electrónico; Gestión de Inventario; Aplicaciones Móviles.

INTRODUCCIÓN

En un entorno marcado por la transformación digital, las farmacias comunitarias deben modernizar sus servicios para ofrecer una atención al cliente más eficiente y optimizar sus procesos internos. Esta necesidad ha impulsado la búsqueda de soluciones tecnológicas innovadoras en el sector. Khan et al.⁽¹⁾ identifican limitaciones en los sistemas farmacéuticos tradicionales, donde tareas como interpretar recetas, dispensar medicamentos y verificar dosis y frecuencias dependen de procesos manuales y la experiencia individual, lo que puede generar ineficiencias, errores y retrasos. En respuesta a estas dificultades, el presente proyecto se enfocó en el desarrollo de un sistema integrado que abarca diversas funcionalidades, utilizando tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia y la experiencia del cliente en las farmacias.

Antecedentes

Los autores Raza et al.⁽²⁾, mencionan que la aplicación de computadores en las farmacias se remonta a 1980. Desde entonces, señalan que la tecnología se ha utilizado en diversas actividades farmacéuticas, como la recopilación de datos, la gestión de farmacias minoristas, la investigación clínica, el almacenamiento de medicamentos, la educación farmacéutica y la farmacia clínica, entre otras.

En este contexto, varios estudios previos han explorado soluciones tecnológicas para mejorar la atención al cliente y optimizar los procesos internos en las farmacias.

Por ejemplo, investigaciones recientes han destacado el potencial del uso de inteligencia artificial en la comunicación con el paciente con respecto a responder preguntas a través de chat sobre el uso de medicamentos⁽¹⁾ y sistemas de monitorización de tratamientos con recordatorios,⁽³⁾ lo que podría mejorar la satisfacción del paciente y adherencia al tratamiento. Al Meslamania⁽⁴⁾ hace mención a sistemas que, además de analizar ventas pasadas y las tendencias de salud locales, pueden predecir la demanda de medicamentos y garantiza una gestión óptima del inventario, minimizando los desabastecimientos o excesos de existencias que podrían afectar negativamente a las ganancias. Estos estudios respaldan la importancia y la relevancia de desarrollar soluciones tecnológicas innovadoras en el sector farmacéutico.^(5,6,7,8)

Descripción del Área Problemática

La gestión y atención farmacéutica en farmacias comunitarias presenta deficiencias significativas que afectan a diversos actores del sistema de salud. Estas carencias impactan negativamente la calidad del servicio brindado, la eficiencia operativa y la rentabilidad de estos establecimientos, así como la salud y seguridad de los pacientes.^(9,10,11,12,13)

Uno de los principales problemas radica en la atención deficiente que reciben los usuarios, quienes muchas veces no acceden a una orientación farmacéutica adecuada.

Esto puede derivar en el uso incorrecto de medicamentos, disminuyendo la efectividad de los tratamientos y generando riesgos para la salud. Al mismo tiempo, las farmacias comunitarias enfrentan pérdidas económicas debido al vencimiento o baja rotación de productos, lo que representa un porcentaje considerable del inventario total.^(14,15,16,17)

Un factor determinante es la presencia de personal no capacitado, lo que limita la posibilidad de ofrecer una atención farmacéutica integral y personalizada. La falta de formación adecuada incide directamente en la calidad del servicio y en

la capacidad de las farmacias para orientar correctamente al paciente.^(18,19,20)

Adicionalmente, existen fallas en la gestión interna, particularmente en los procesos de inventario, control de stock, compras y pedidos, lo cual contribuye al desorden operativo y la acumulación innecesaria de medicamentos. Por otro lado, la baja adherencia a los tratamientos por parte de los pacientes, provocada por la falta de comprensión del régimen terapéutico, los efectos secundarios o los altos costos, agrava aún más la problemática.^(21,22)

En conjunto, estos factores evidencian una necesidad urgente de mejorar la gestión farmacéutica en las farmacias comunitarias, con el objetivo de optimizar los recursos, garantizar una atención adecuada al usuario y contribuir al buen funcionamiento del sistema de salud en su conjunto.⁽²³⁾

¿Cómo puede un sistema tecnológico integral mejorar la eficiencia operativa, la atención al cliente y la gestión interna en farmacias comunitarias, frente a las deficiencias actuales en orientación farmacéutica, administración de inventario y adherencia al tratamiento?

Objetivo

Desarrollar un sistema integral para farmacias comunitarias, compuesto por una aplicación móvil con funcionalidades de comercio electrónico y asistencia automatizada mediante inteligencia artificial, junto con una aplicación de escritorio para la gestión administrativa, con el objetivo de mejorar en al menos un 30 % la eficiencia operativa y la accesibilidad a productos farmacéuticos durante los tres primeros meses posteriores a su implementación.

MÉTODO

Herramientas Metodológicas

El presente proyecto se fundamenta en la metodología de desarrollo de software ágil Scrum. Esta metodología se alinea perfectamente con los objetivos del proyecto porque “emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la previsibilidad y controlar el riesgo” y, además, utiliza Sprints que “son eventos de longitud fija de un mes o menos para crear consistencia”, facilitando el seguimiento y la evaluación constante del progreso, asegurando que los resultados esperados se alcancen dentro de los plazos establecidos.⁽⁵⁾

Herramientas de Software

En el desarrollo del sistema integral para farmacias comunitarias se emplearán diversas herramientas de software que permiten abordar las distintas capas del proyecto, desde la experiencia del usuario hasta la lógica de negocio y la administración de datos. Para el desarrollo de la aplicación móvil, se utilizará Android Studio como entorno de desarrollo integrado, aprovechando el lenguaje Kotlin por su compatibilidad con Java y su moderna sintaxis, lo cual facilita la creación de interfaces intuitivas y funcionalidades como pedidos, recordatorios, consultas y recomendaciones. Esta elección responde a la necesidad de brindar una experiencia fluida y accesible en dispositivos móviles Android, que constituyen la mayoría del mercado objetivo.

Por otro lado, la plataforma web dirigida al personal farmacéutico será desarrollada mediante tecnologías web como JavaScript, HTML y CSS, utilizando Electron Forge como marco de trabajo. Esta tecnología permite empaquetar aplicaciones web en entornos de escritorio compatibles con múltiples sistemas operativos, lo que facilita su implementación en equipos de farmacia sin requerir acceso constante a un navegador.

Electron Forge simplifica además el proceso de construcción y distribución del software, permitiendo una integración más eficiente con el hardware local.

Ambas plataformas, la móvil y la de escritorio, estarán conectadas a una API central desarrollada con JavaScript utilizando el framework Express.js sobre Node.js. Esta arquitectura permitirá una comunicación eficiente entre el cliente y el servidor, facilitando la gestión de solicitudes como el registro de pedidos, consultas de inventario y generación de reportes. Además, dentro de esta API se integrará un chatbot basado en la API Gemini de Google, que ofrecerá atención virtual al cliente mediante procesamiento de lenguaje natural, brindando respuestas personalizadas y disponibles las 24 horas del día.

Para la parte de inteligencia artificial orientada a la predicción de ventas, se desarrollará una API independiente utilizando el lenguaje Python, el microframework Flask y la librería Prophet. Esta combinación permite la creación de un modelo de series temporales que pronostica la demanda de medicamentos a partir de datos históricos, apoyando la toma de decisiones del personal farmacéutico en cuanto a reabastecimientos y planificación.

Finalmente, la base de datos que sustenta todo el sistema será

PostgreSQL, un sistema de gestión de bases de datos relacional robusto, escalable y de código abierto. Esta herramienta garantiza integridad y consistencia en la manipulación de datos sensibles como historiales de pedidos, inventarios, perfiles de usuarios y registros de interacciones con la plataforma. La estructura modular del sistema, basada en herramientas especializadas y bien integradas, permitirá un desarrollo escalable, mantenable y alineado con los objetivos del proyecto.

Recolección de datos

Para la elicitation de requisitos, se utilizó la observación directa en farmacias. Esta selección se fundamenta en la necesidad de obtener datos precisos y contextualizados sobre las prácticas y necesidades actuales en el entorno farmacéutico. La observación personal permitió capturar procesos y situaciones prácticas en tiempo real.

Planificación del Proyecto

Se presenta a continuación el plan de actividades diseñado para alcanzar los objetivos del desarrollo del trabajo (figura 1).

Relevamiento

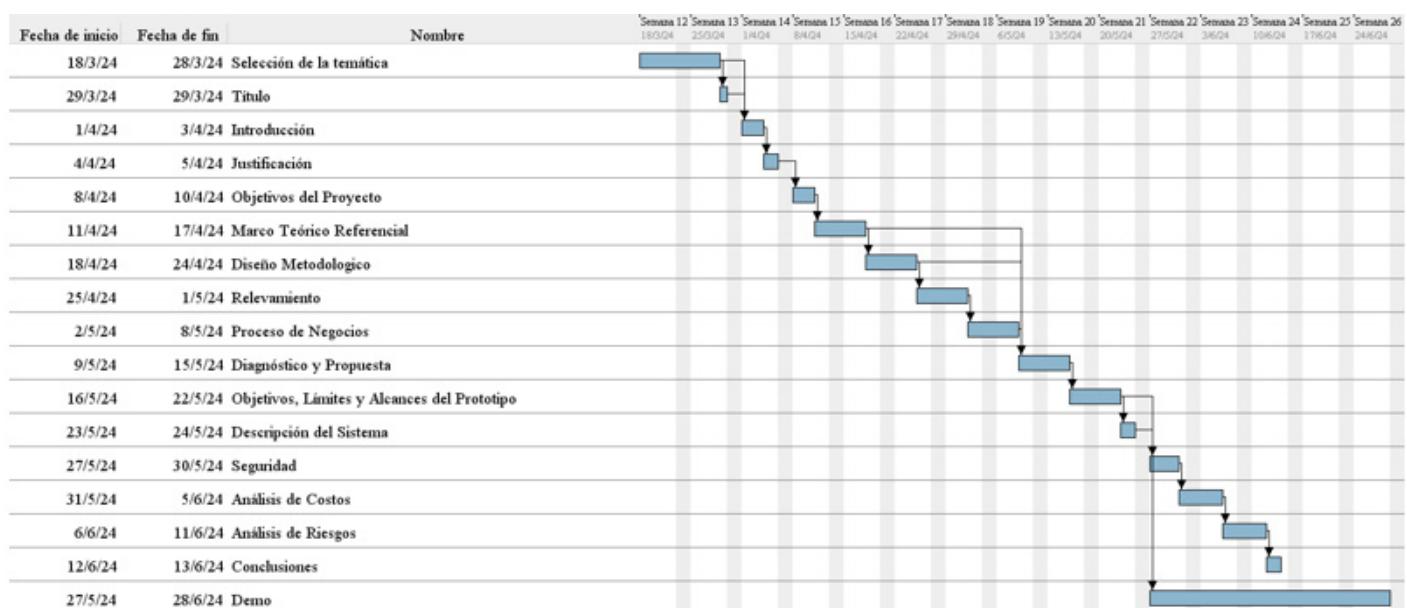


Figura 1. Diagrama de Gantt

Relevamiento Estructural

Dado que el proyecto está destinado a farmacias comunitarias en general, la ubicación específica variará dependiendo del lugar donde se encuentre cada una de ellas.

Relevamiento Funcional

En la figura 2 se modela la estructura de una farmacia comunitaria pequeña típica.

Funciones de las áreas

Propietario/a

- Responsable de la gestión general de la farmacia, incluyendo la administración financiera, el manejo de personal y la estrategia de negocio.

Personal Farmacéutico

- Farmacéutico/a Titular:
- Encargado/a de la dirección técnica de la farmacia

y la dispensación de medicamentos.

- Supervisa el cumplimiento de las normativas sanitarias y farmacéuticas.
- Farmacéutico/a Adjunto/a:
- Apoya al farmacéutico/a titular en sus funciones
- Asiste en la dispensación de medicamentos.
- Colabora en la gestión de stock y pedidos.

Personal de Atención

- Cajero/a:
- Encargado/a de la facturación y atención en caja.
- Maneja transacciones financieras y atiende consultas básicas de los clientes.
- Dependiente/a:
- Asiste en la atención al cliente y el mantenimiento del stock.
- Organiza y repone productos en las estanterías.

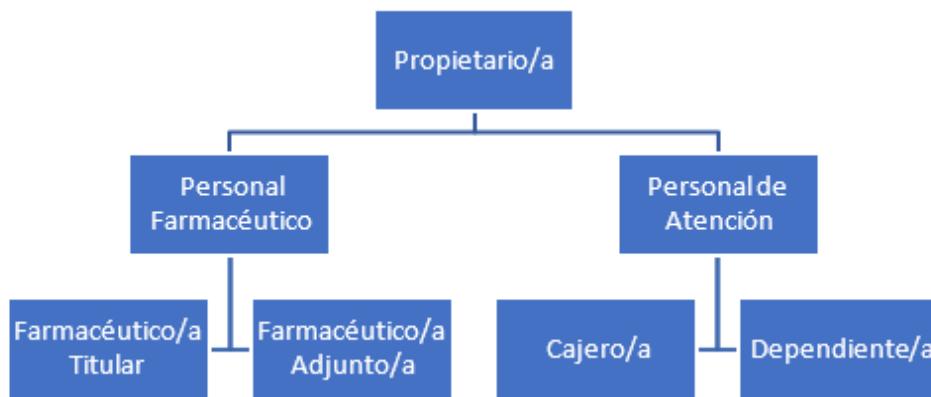


Figura 2. Organigrama de una farmacia pequeña

- Apoya en la gestión de inventarios y pedidos.

A continuación, se detallan los procesos relevados.

4. Recibir y verificar pedidos.
5. Actualizar inventario en el sistema.
6. Organizar medicamentos en el almacén.

Proceso: Venta de Medicamento

Roles: *Farmacéutico/a y/o Personal de atención*

Pasos:

1. Recibir receta médica.
2. Validar datos de la receta.
3. Corroborar existencia de medicamento.
4. Ingresar registro de medicamento.
5. Adquirir el medicamento solicitado.
6. Registrar salida de medicamento.
7. Brindar indicaciones de consumo al usuario.
8. Aceptar pagos y emitir facturas. Entregar medicamento.

Proceso: Gestión de Stock

Roles: *Farmacéutico/a Titular, Farmacéutico/a Adjunto/a, Dependiente/a*

Pasos:

1. Revisar inventario de medicamentos.
2. Registrar medicamentos faltantes.
3. Realizar pedidos a proveedores.

Proceso: Atención al Cliente

Roles: *Dependiente/a, Cajero/a*.

Pasos:

1. Recibir al cliente en el mostrador.
2. Asistir al cliente en la búsqueda de productos.
3. Brindar información sobre medicamentos y productos.
4. Resolver consultas y dudas del cliente.
5. Procesar la compra en caja (para productos sin receta).
6. Aceptar pagos y emitir facturas.
7. Entregar productos al cliente.

Proceso de Negocios

La figura 3 muestra el proceso de Negocio de Venta de Medicamento.

RESULTADOS

Diagnóstico y Propuesta

Diagnóstico

A continuación, se presenta el diagnóstico de los problemas

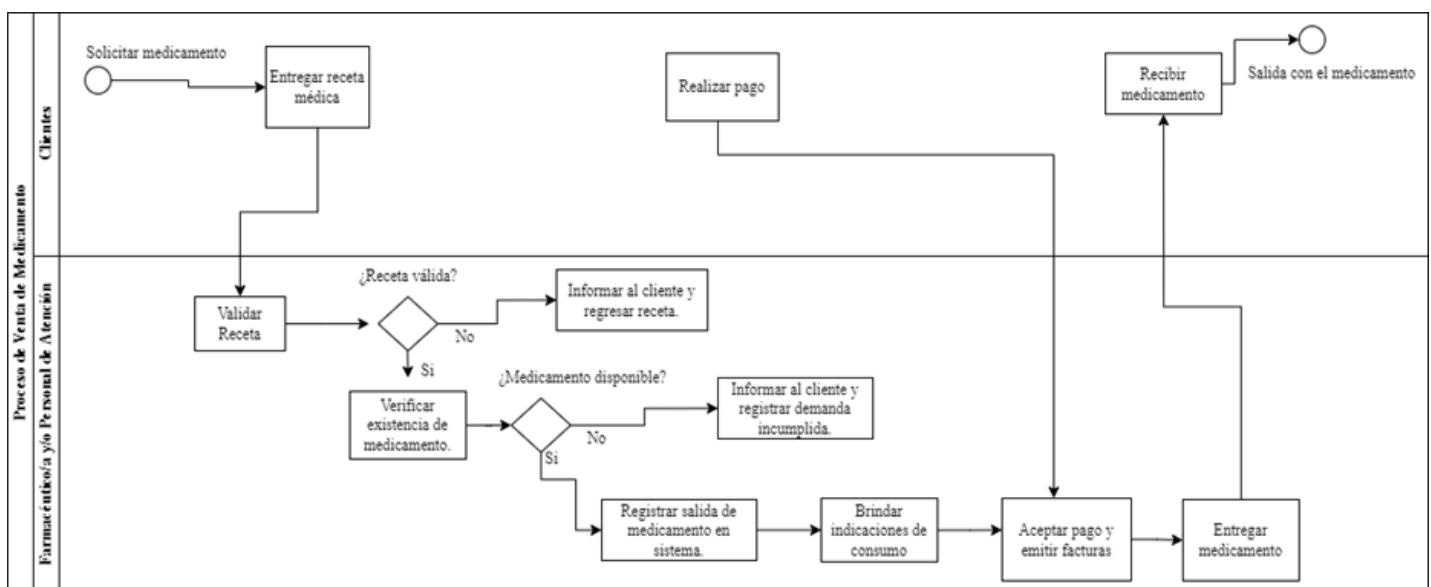


Figura 3. Proceso de Negocio de Venta de Medicamento

encontrados en los procesos relevados y sus causas (tabla 1,2 y 3).

Propuesta

A partir del relevamiento y diagnóstico realizados, se propone el desarrollo de un sistema integral de gestión y atención para farmacias comunitarias, compuesto por una aplicación móvil orientada a los clientes y una aplicación de escritorio destinada

al personal farmacéutico.

La aplicación móvil permite a los usuarios realizar compras de productos y medicamentos, recibir recomendaciones personalizadas en función de su historial de compras, validar recetas electrónicamente, recibir recordatorios sobre el consumo de medicamentos y realizar consultas a través de un chatbot con inteligencia artificial.

Tabla 1. Diagnóstico del proceso de venta de medicamentos

| Nombre de proceso: Venta de Medicamento | |
|--|--|
| Problemas | Causas |
| Errores en la validación de recetas | El personal no cuenta con procedimientos estandarizados ni formación suficiente para verificar correctamente las prescripciones médicas. |
| Demoras en la dispensación | Las tareas se realizan mediante procesos manuales fragmentados, lo que ralentiza la atención al no existir un flujo de trabajo ágil. |
| Atención al cliente deficiente | La sobrecarga operativa del personal y la falta de asignación de funciones claras reducen la calidad del servicio brindado al usuario. |

Tabla 2. Diagnóstico del Proceso de Gestión de Stock

| Nombre del proceso: Gestión de Stock | |
|---|---|
| Problema | Causas |
| Falta de medicamentos críticos | La reposición se basa en observaciones empíricas sin datos históricos consolidados ni control periódico del inventario. |
| Exceso de medicamentos no demandados | No se realiza un análisis periódico de rotación de productos, lo que genera acumulación de medicamentos de baja salida. |

Tabla 3. Diagnóstico del Proceso de Atención al Cliente

| Nombre de proceso: Atención al Cliente | |
|---|---|
| Problema | Causas |
| Largas esperas para atención | La asignación de turnos no está organizada en función del flujo real de clientes y los tiempos promedio de atención. |
| Dificultad para resolver consulta | El personal carece de capacitación continua y de protocolos actualizados para brindar respuestas precisas. |
| Falta de acceso a información actualizada | No existen mecanismos de consulta rápida a información relevante sobre medicamentos o tratamientos en el punto de atención. |

Estas funcionalidades contribuyen a mejorar la experiencia del cliente, reducen los errores en la validación de recetas y alivian la carga operativa del personal de atención.

Por su parte, la aplicación de escritorio facilita la gestión interna de la farmacia mediante funciones como la actualización automatizada del inventario, el monitoreo de stock en tiempo real y la generación de reportes con análisis predictivo de demanda.

Esto permite optimizar la planificación de compras, evitar la escasez de medicamentos críticos y reducir el exceso de productos con baja rotación.

En conjunto, la solución propuesta busca fortalecer los procesos clave de atención al cliente, venta y gestión de stock, promoviendo una atención más eficiente, personalizada y sostenible en farmacias comunitarias.

Objetivo, Límites y Alcance del Prototipo

Objetivo del prototipo

Desarrollar un prototipo de aplicación móvil y aplicación de escritorio que facilite la venta y atención al cliente, así como la gestión de productos y operaciones por parte del farmacéutico, optimizando los procesos clave de servicio y administración en una farmacia comunitaria.

Límites

El prototipo del sistema tecnológico abarcará desde que el cliente realiza una consulta o hace un pedido a través de la aplicación móvil, hasta que el personal farmacéutico gestiona los pedidos y productos a través de aplicación de escritorio.

Alcances

Aplicación móvil

- Registro y gestión de usuario.
- Consultas a través de chatbot.
- Recordatorios de medicación.
- Realización de pedidos.
- Seguimiento de pedidos.

Aplicación de escritorio

- Gestión de productos y pedidos.
- Predicción de ventas.
- Generación de reportes.

Descripción del sistema

Product backlog (tabla 4)

| Tabla 4. Product backlog | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------|--------|----------------|
| ID | Historia de Usuario | Prioridad | Puntos | Dependencias |
| HU-001 | Registro de usuario | Alta | 3 | |
| HU-002 | Gestión de usuario | Alta | 3 | HU-001 |
| HU-003 | Chatbot para consultas | Alta | 5 | HU-001, HU-002 |
| HU-004 | Recordatorios de medicación | Media | 4 | HU-001, HU-002 |
| HU-005 | Realización de pedidos | Alta | 6 | HU-001, HU-002 |
| HU-006 | Seguimiento de pedidos | Media | 4 | HU-005 |
| HU-007 | Gestión de productos | Alta | 5 | |
| HU-008 | Generación de reportes | Media | 4 | |
| HU-009 | Predicción de ventas | Media | 6 | |

Historias de usuario

Tabla 5. Historia de Usuario HU-001

| ID: HU-001 | Nombre: Registro de usuario |
|--------------------------|---|
| Descripción: | Como cliente, quiero registrarme en la aplicación para poder acceder a todas las funcionalidades. |
| Criterios de aceptación: | Dado que estoy en la pantalla de inicio, cuando selecciono la opción “Registrarse”, y completo correctamente todos los campos obligatorios del formulario (nombre, correo electrónico, contraseña, confirmación de contraseña), entonces el sistema debe crear mi cuenta y mostrar un mensaje de confirmación de registro exitoso. Dado que estoy en la pantalla de registro, cuando ingreso datos inválidos (por ejemplo, correo mal formateado o contraseñas que no coinciden), entonces el sistema debe mostrar mensajes de error específicos indicando qué campo requiere corrección, y no debe permitir continuar. Dado que ya existe una cuenta registrada con el correo electrónico ingresado, cuando intento registrarme con ese mismo correo, entonces el sistema debe impedir el registro y mostrar un mensaje indicando que ese correo ya está en uso. |
| Prioridad: Alta | Punto de historia estimado: 3 |

Tabla 6. Historia de Usuario HU-002

| ID: HU-002 | Nombre: Gestión de usuario |
|--------------------------|--|
| Descripción: | Como cliente, quiero gestionar mis datos personales para mantener mi información actualizada. |
| Criterios de aceptación: | Dado que estoy en mi perfil de usuario, cuando edito mis datos personales (como nombre, teléfono, dirección o contraseña) y presiono “Guardar”, entonces el sistema debe actualizar la información correctamente y mostrar un mensaje de confirmación de que los datos fueron guardados exitosamente. Dado que estoy actualizando mis datos, cuando ingreso información inválida (por ejemplo, un número de teléfono con letras o un correo mal escrito), entonces el sistema debe mostrar mensajes de error específicos para cada campo con datos inválidos y no permitir guardar los cambios hasta que se corrijan. Dado que realicé cambios en mi perfil, cuando intento salir de la sección sin guardar, entonces el sistema debe mostrar una advertencia indicando que hay cambios sin guardar y preguntarme si deseo salir sin guardar o permanecer para continuar editando. |
| Prioridad: Alta | Punto de historia estimado: 3 |

Tabla 7. Historia de Usuario HU-003

| ID: HU-003 | Nombre: Chatbot para consultas |
|--------------------------|---|
| Descripción: | Como cliente, quiero usar un chatbot para realizar consultas sobre medicamentos y servicios, con el fin de obtener respuestas rápidas y precisas sin necesidad de asistencia directa del personal. |
| Criterios de aceptación: | Dado que accedo al chatbot desde la aplicación, cuando realizo una consulta relacionada con un medicamento (por ejemplo: “¿Para qué sirve el paracetamol?”), entonces el sistema debe mostrar una respuesta relevante, clara y comprensible, basada en información farmacológica validada. Dado que realizo una consulta ambigua o poco clara, cuando el chatbot no puede interpretar la intención correctamente, entonces debe solicitar una aclaración o sugerir opciones de consulta relacionadas. Dado que hay un problema de conexión con la API del modelo de lenguaje, cuando intento enviar una consulta, entonces el sistema debe notificarme del inconveniente y sugerir intentar más tarde o contactar al personal. Dado que el chatbot tiene un historial de mis consultas previas, cuando interactúo con él de forma continua, entonces debe mantener el contexto dentro de una misma sesión para mejorar la coherencia de las respuestas. |
| Prioridad: Alta | Punto de historia estimado: 5 |

Tabla 8. Historia de Usuario HU-004

| ID: HU-004 | Nombre: Recordatorios de medicación |
|--------------------------|---|
| Descripción: | Como cliente, quiero configurar recordatorios para mi medicación, para no olvidarme de tomar mis medicamentos según el horario indicado. |
| Criterios de aceptación: | Dado que estoy en la sección de recordatorios, cuando ingreso la información requerida (nombre del medicamento, dosis, frecuencia, hora de inicio y duración), entonces el sistema debe guardar el recordatorio correctamente y programar las notificaciones según los datos ingresados. Dado que tengo un recordatorio configurado, cuando llega el horario indicado, entonces debo recibir una notificación push en mi dispositivo móvil que indique qué medicamento debo tomar y en qué cantidad. Dado que accedo a mis recordatorios, cuando selecciono uno para editar o eliminar, entonces el sistema debe permitir modificar los campos o eliminar el recordatorio y actualizar la programación de notificaciones en consecuencia. Dado que intento guardar un recordatorio con datos incompletos o inválidos (por ejemplo, sin seleccionar horario o sin nombre del medicamento), entonces el sistema debe mostrar un mensaje de error indicando qué campos deben corregirse y no permitir guardar hasta que la información sea válida. Dado que tengo múltiples recordatorios activos, cuando estos se solapan en el mismo horario, entonces el sistema debe notificar cada uno de forma individual sin superponer o perder información. |
| Prioridad: Media | Punto de historia estimado: 4 |

Tabla 9. Historia de Usuario HU-005

| ID: HU-005 | Nombre: Realización de pedidos |
|--------------------------|--|
| Descripción: | Como cliente, quiero realizar compras de medicamentos a través de la aplicación para ahorrar tiempo y evitar traslados innecesarios. |
| Criterios de aceptación: | Dado que estoy navegando en el catálogo de productos, cuando selecciono uno o más medicamentos y los agrego al carrito, entonces estos deben visualizarse correctamente en el resumen de compra, incluyendo nombre, cantidad, precio unitario y subtotal. Dado que he finalizado la selección de productos, cuando accedo al carrito y presiono “Finalizar compra”, entonces debo poder ingresar o confirmar la dirección de entrega, seleccionar el método de pago y ver el monto total a pagar. Dado que ingreso correctamente los datos requeridos y realizo el pago, cuando la operación se completa, entonces el sistema debe mostrar un mensaje de confirmación de compra y generar un número de pedido. Dado que realizo una compra, cuando la misma queda registrada, entonces debo recibir una notificación o correo electrónico con el detalle del pedido, incluyendo productos, dirección, y estado inicial del envío. Dado que el proceso de compra presenta un error (como falla en el pago o producto sin stock), cuando intento finalizar la compra, entonces el sistema debe informar claramente el motivo del fallo y guiarme sobre los pasos a seguir (por ejemplo, seleccionar otro método de pago o modificar el carrito). |
| Prioridad: Alta | Punto de historia estimado: 6 |

Tabla 10. Historia de Usuario HU-006

| ID: HU-006 | Nombre: Seguimiento de pedidos |
|--------------------------|--|
| Descripción: | Como cliente, quiero seguir el estado de mi pedido para saber cuándo llegará y estar disponible para recibirllo. |
| Criterios de aceptación: | Dado que accedo a la sección “Mis pedidos”, cuando selecciono un pedido, entonces el sistema debe mostrar su estado actual (por ejemplo: “Pendiente”, “En preparación”, “En reparto”, “Entregado”) junto con la fecha y hora estimada de entrega. Dado que mi pedido cambia de estado, cuando se actualiza (por ejemplo, pasa de “Pendiente” a “En reparto”), entonces debo recibir una notificación automática informándome del nuevo estado. Dado que el pedido tiene una demora o inconveniente, cuando esto ocurre, entonces el sistema debe mostrar un mensaje explicando el motivo del retraso y, si aplica, una nueva estimación de entrega. Dado que realizo pedidos frecuentes, cuando accedo a la sección de pedidos, entonces el sistema debe mostrar la lista de pedidos anteriores con sus estados históricos y permitir filtrar por fecha o estado. Dado que intento consultar un pedido inexistente o con error de sincronización, cuando selecciono ese pedido, entonces el sistema debe mostrar un mensaje de error indicando que no se puede acceder a la información del pedido en ese momento. |
| Prioridad: Media | Punto de historia estimado: 4 |

Tabla 11. Historia de Usuario HU-007

| ID: HU-007 | Nombre: Gestión de productos |
|-----------------------|--|
| Descripción: | Como personal farmacéutico, quiero gestionar los productos en la aplicación de escritorio para mantener el inventario actualizado y evitar faltantes o excesos. |
| Criterios aceptación: | dado que estoy en la sección de gestión de productos, cuando agrego un nuevo producto ingresando toda la información requerida (nombre, código, categoría, cantidad en stock, fecha de vencimiento, precio), entonces el sistema debe guardar correctamente el producto y reflejarlo en la base de datos del inventario. Dado que selecciono un producto existente, cuando edito su información (por ejemplo, cambio de precio, stock, proveedor), entonces los cambios deben guardarse correctamente y estar disponibles para las operaciones futuras (venta, consulta, reporte). Dado que intento guardar un producto con información incompleta o inválida (por ejemplo, campos vacíos, fecha de vencimiento pasada, precio negativo), entonces el sistema debe impedir el guardado y mostrar mensajes de error específicos indicando qué campos requieren corrección. Dado que realizo una actualización de stock, cuando agrego o descuento unidades manualmente, entonces el sistema debe actualizar el stock total y registrar el movimiento con fecha, tipo de operación y usuario responsable. Dado que otros procesos (como ventas o devoluciones) afectan el inventario, cuando accedo a la sección de gestión de productos, entonces los cambios deben estar reflejados en tiempo real o con una sincronización confiable del sistema. |
| Prioridad: Alta | Punto de historia estimado: 5 |

Tabla 12. Historia de Usuario HU-008

| ID: HU-008 | Nombre: Generación de reportes |
|-----------------------|---|
| Descripción: | Como personal farmacéutico, quiero generar reportes de ventas y stock para analizar el desempeño del negocio y tomar decisiones informadas sobre compras y gestión de inventario. |
| Criterios aceptación: | dado que estoy en la sección de reportes, cuando selecciono los parámetros (por ejemplo: tipo de reporte, rango de fechas, categoría de productos), entonces el sistema debe generar un documento con la información correspondiente y actualizada. Dado que genero un reporte de ventas, cuando el informe se presenta, entonces debe incluir al menos: productos vendidos, cantidades, fechas de venta, ingresos generados, y totales por categoría. Dado que genero un reporte de stock, cuando el sistema lo muestra, entonces debe incluir: nombre del producto, stock actual, unidades mínimas y máximas definidas, fecha de vencimiento (si aplica) y alertas de productos con bajo inventario. Dado que el reporte es generado correctamente, cuando quiero almacenarlo, entonces debo poder exportarlo en formatos PDF o Excel. Dado que hay un error en la selección de parámetros (por ejemplo, fechas inválidas o sin datos disponibles), cuando intento generar el reporte, entonces el sistema debe mostrar un mensaje claro explicando el problema y sugerir acciones correctivas. |
| Prioridad: Media | Punto de historia estimado: 4 |

Tabla 13. Historia de Usuario HU-009

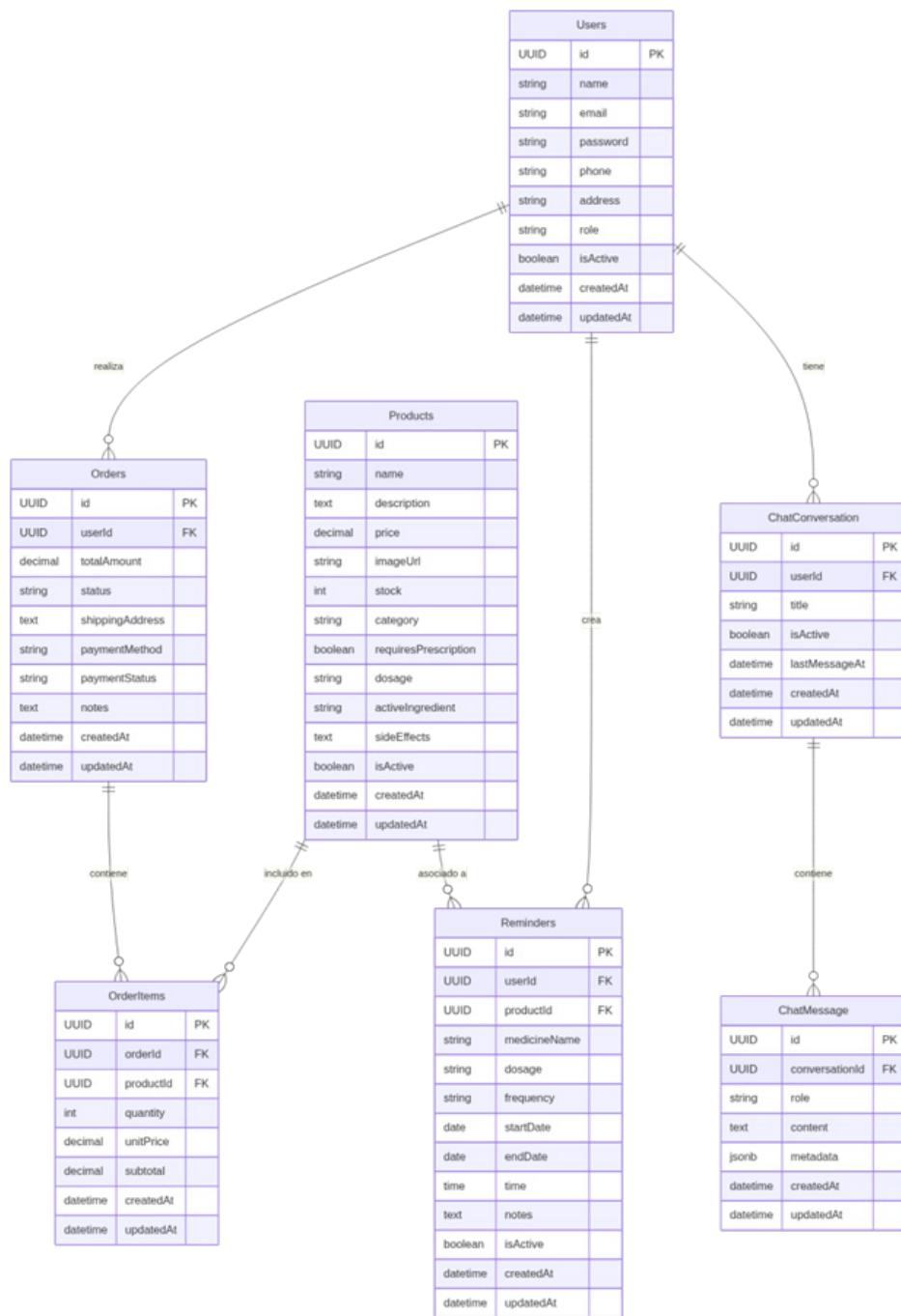
| ID: HU-009 | Nombre: Predicción de ventas |
|-----------------------|--|
| Descripción: | Como personal farmacéutico, quiero predecir las ventas futuras para gestionar mejor el stock, evitar quiebres de stock y reducir el exceso de productos no demandados. |
| Criterios aceptación: | dado que accedo a la herramienta de predicción en la aplicación de escritorio, cuando selecciono un rango de fechas y/o categoría de productos, entonces el sistema debe generar un reporte con las predicciones de ventas basadas en datos históricos disponibles. Dado que genero un reporte de predicción, cuando se muestran los resultados, entonces estos deben incluir el nombre del producto, unidades esperadas a vender por período, tendencia (en aumento/estable/diminución), y nivel de confianza de la predicción. Dado que no hay suficientes datos históricos para un producto o categoría, cuando intento generar el reporte, entonces el sistema debe notificarme que la predicción no puede realizarse o indicar que la precisión es limitada debido a falta de datos. Dado que genero un reporte de ventas predictivo, cuando visualizo los resultados, entonces debo tener la opción de exportarlos en formato PDF o Excel para su análisis o impresión. Dado que realizo predicciones regularmente, cuando las tendencias cambian respecto a meses anteriores, entonces el sistema debe reflejar esos cambios en las gráficas o comparativas, destacando productos con comportamiento atípico (picos de demanda o caídas). |
| Prioridad: Media | Punto de historia estimado: 6 |

Sprint backlog

En este primer sprint, nos enfocaremos en las funcionalidades básicas para que el sistema pueda empezar a operar, incluyendo el registro de usuarios, el chatbot para consultas, y la realización de pedidos. Esto sentará las bases del sistema sobre las cuales se podrán añadir más funcionalidades en futuros sprints (tabla 14).

Estructura de datos

Se describe la estructura de datos relaciones a través de un Diagrama de Entidad Relación (DER) (figura 4 y tabla 14)..

**Figura 4.** Diagrama de Entidad Relación**Tabla 14.** Sprint backlog

| Sprint | Historia de usuario | ID | Tareas | Prioridad | Estimado (horas) | Estado |
|--------|---------------------|----|--|-----------|------------------|-----------|
| 1 | HU-001 | 01 | Diseñar la base de datos para usuarios | Alta | 4 | Pendiente |
| | | 02 | Implementar la interfaz de registro de usuarios | Alta | 6 | Pendiente |
| | | 03 | Desarrollar la funcionalidad de registro | Alta | 8 | Pendiente |
| | | 04 | Pruebas unitarias para el registro de usuarios | Alta | 4 | Pendiente |
| 1 | HU-003 | 05 | Diseñar e integrar el chatbot | Alta | 6 | Pendiente |
| | | 06 | Configurar respuestas | Alta | 6 | Pendiente |
| | | 07 | Desarrollar interfaz de usuario para el chatbot | Alta | 4 | Pendiente |
| | | 08 | Pruebas unitarias y de integración para el chatbot | Alta | 4 | Pendiente |
| 1 | HU-005 | 09 | Diseñar la base de datos para pedidos | Alta | 5 | Pendiente |
| | | 10 | Implementar la interfaz de compra | Alta | 8 | Pendiente |
| | | 11 | Implementar la pasarela de pagos | Alta | 8 | Pendiente |
| | | 12 | Pruebas unitarias para la funcionalidad de compras | Alta | 5 | Pendiente |

Prototipos de interfaces de pantallas

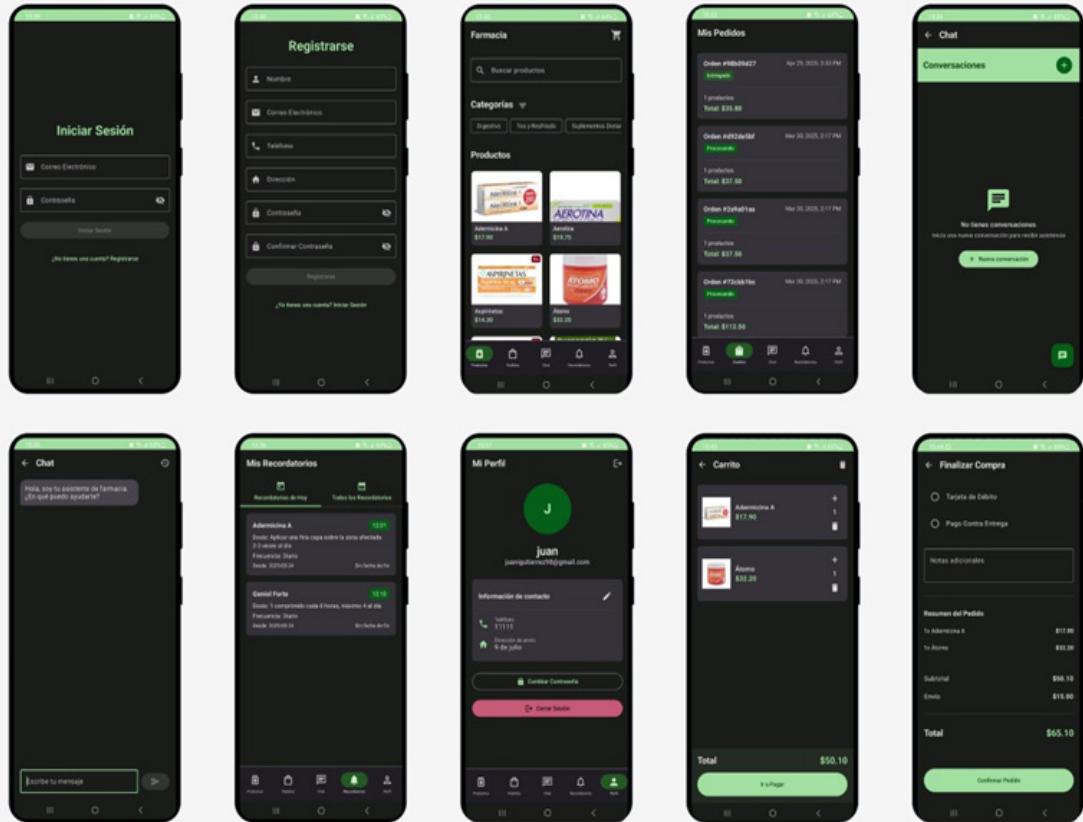


Figura 5. Aplicación móvil

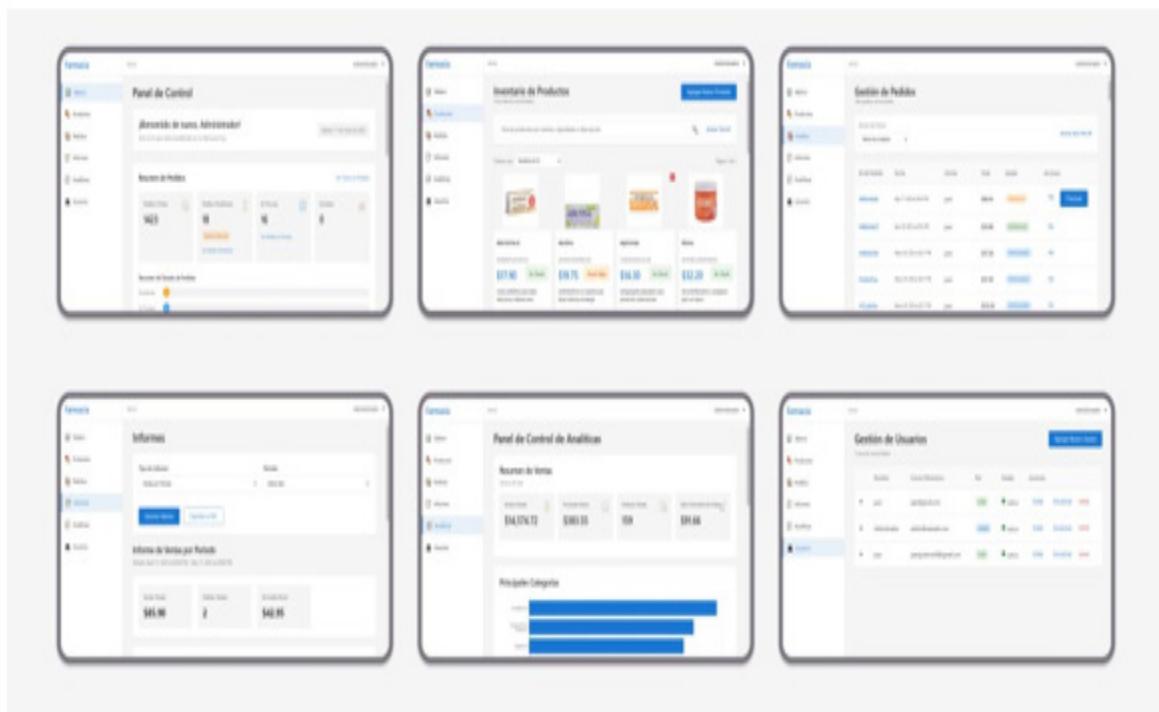


Figura 6. Aplicación de escritorio

Diagrama de arquitectura

El diagrama ilustra una arquitectura distribuida, compuesta por servicios desplegados en la nube. Los usuarios acceden al sistema a través de una aplicación Android o una aplicación de escritorio, ambas integradas en la capa de presentación. Estas aplicaciones se comunican con una API principal, desarrollada en Express.js, mediante el protocolo HTTPS. Dicha API gestiona la lógica del sistema y se conecta a una base de datos PostgreSQL.

Además, la aplicación de escritorio interactúa con una API de machine learning desarrollada en Flask, mientras que la API principal se integra con el servicio externo Gemini. Toda la lógica de negocio y el almacenamiento de datos se encuentran centralizados en la nube, lo que permite garantizar la escalabilidad, la seguridad y una clara separación de responsabilidades (figura 7).

Seguridad

Acceso a la Aplicación

Se definirá e implementará una serie de medidas destinadas a proteger la información sensible de los usuarios, garantizar la integridad de los datos y restringir el acceso a las funcionalidades de acuerdo con los niveles de permisos asignados.

En primer lugar, el sistema utilizará un mecanismo de autenticación basado en credenciales personales. Para acceder, cada usuario deberá registrarse con su correo electrónico y una contraseña segura. Se aplicarán políticas estrictas de complejidad de contraseña para prevenir accesos no autorizados:

- Mínimo de 8 caracteres.
- Inclusión obligatoria de letras mayúsculas, minúsculas, números y símbolos.
- Las contraseñas no se almacenarán en texto plano, sino que serán cifradas mediante el algoritmo bcrypt con

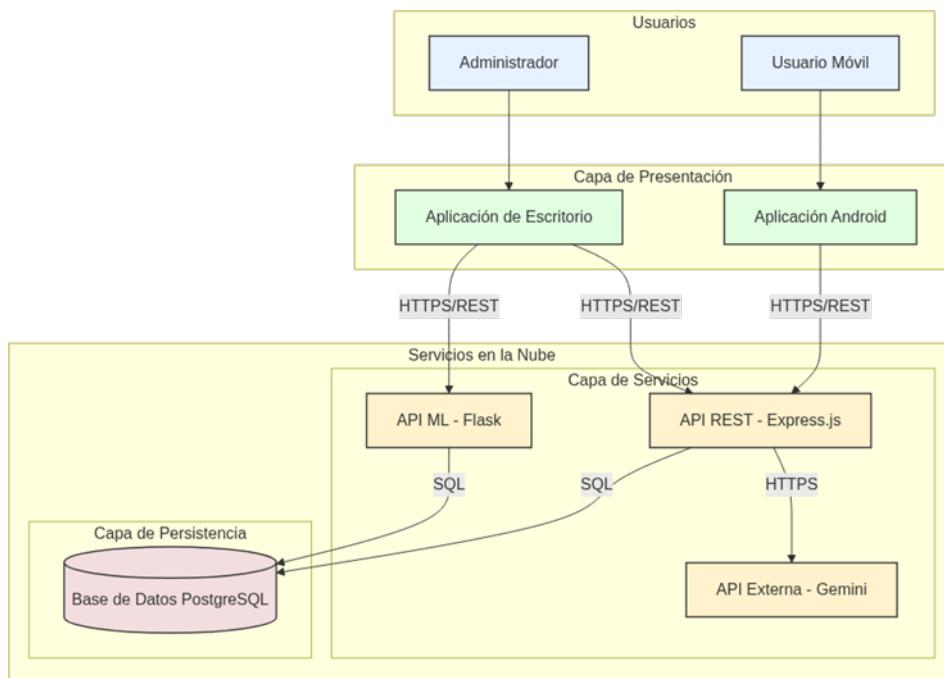


Figura 7. Diagrama de Arquitectura

salt, lo que impedirá su reversión incluso en caso de filtración.

Para incrementar la seguridad del personal farmacéutico y los administradores, se propondrá la implementación de un sistema de doble factor de autenticación (2FA). Esta capa adicional de protección requerirá que, además de ingresar sus credenciales, los usuarios verifiquen su identidad mediante un código temporal generado por una aplicación de autenticación.

El acceso al sistema también estará protegido mediante un control de sesiones basado en tokens JWT, los cuales tendrán un tiempo de expiración predefinido. Si el usuario permanece inactivo por más de 15 minutos, la sesión se cerrará automáticamente. Además, se ofrecerá la posibilidad de visualizar las sesiones activas y cerrarlas manualmente desde el perfil, brindando al usuario control total sobre sus accesos.

Para asegurar que cada usuario acceda únicamente a las funciones que le correspondan, se implementará un modelo de control de acceso basado en roles (RBAC). Los permisos serán asignados según el perfil del usuario:

- Cliente: podrá acceder únicamente a funciones

relacionadas con pedidos, consultas, recordatorios y seguimiento de productos.

- Personal farmacéutico: tendrá acceso a funcionalidades de gestión de stock, atención al cliente, ventas y reportes.
- Administrador: podrá gestionar usuarios, productos y acceder a todas las funciones del sistema.

Desde el punto de vista técnico, todas las operaciones sensibles y solicitudes al servidor pasarán por una validación del lado del servidor, lo que impedirá que los usuarios alteren sus privilegios desde el cliente o manipulen formularios.

La seguridad de las comunicaciones también será una prioridad. Toda la información intercambiada entre cliente y servidor se transmitirá a través de protocolos HTTPS con cifrado TLS 1,3, lo que garantizará la confidencialidad e integridad de los datos, incluso en redes inseguras.

Asimismo, se incorporarán mecanismos de defensa frente a ataques informáticos comunes, tales como:

- Bloqueo temporal del acceso después de múltiples intentos fallidos de inicio de sesión (para mitigar ataques

de fuerza bruta).

- Consultas parametrizadas a la base de datos mediante el uso de un ORM, para prevenir inyecciones SQL.
- Sanitización de entradas del usuario, con el fin de evitar ataques de tipo Cross-Site Scripting (XSS).
- Inclusión de tokens CSRF en los formularios, cuando corresponda, para prevenir ataques de tipo Cross-Site Request Forgery (CSRF).

Por último, el proceso de recuperación de contraseña también se diseñará con medidas de seguridad apropiadas. Cuando un usuario solicite restablecer su contraseña, el sistema enviará un enlace de recuperación con un token único y una expiración limitada (15 minutos). Solo tras validar dicho token, se habilitará el ingreso de una nueva contraseña que cumpla con los criterios establecidos.

Políticas de Respaldo de Información

Se establecerán políticas de respaldo y disponibilidad con el objetivo de garantizar la continuidad operativa, la integridad de los datos y la protección frente a eventos imprevistos.

Resguardo y respaldo de la base de datos

El sistema contará con un mecanismo de copias de seguridad automáticas y programadas para la base de datos, que contendrá información de usuarios, productos, transacciones, recetas, reportes y configuraciones. Estas copias serán gestionadas según los siguientes criterios:

Periodicidad

- Se realizarán copias de seguridad completas diariamente, programadas para ejecutarse a las 00:00 h.
- Se generarán respaldos incrementales cada 6 horas para minimizar la pérdida de datos recientes ante posibles incidentes.

Almacenamiento

- Las copias serán almacenadas en servidores remotos y seguros en la nube, con redundancia geográfica.
- Se conservará un historial de respaldos correspondiente a los últimos 30 días para permitir recuperación en distintos puntos temporales.

Seguridad de acceso

- Solo el personal autorizado podrá acceder a los respaldos, mediante autenticación multifactor (MFA).
- Los archivos estarán cifrados con el algoritmo AES-256 y alojados en servidores con protección tanto física como lógica.

Verificación de integridad

- Tras cada respaldo, se ejecutará una verificación automática utilizando checksums y auditorías programadas para asegurar su validez y capacidad de recuperación.

Disponibilidad de la información

Dado que el sistema deberá estar disponible tanto para los clientes como para el personal farmacéutico en horarios extendidos o incluso de manera continua (24/7), se implementarán

mecanismos para asegurar una alta disponibilidad:

- Infraestructura en la nube escalable, con balanceo de carga y monitoreo continuo para garantizar el acceso ininterrumpido.
- Servidores distribuidos geográficamente que asegurarán la continuidad del servicio ante fallos localizados.
- Proveedores de hosting con acuerdos de nivel de servicio (SLA) superiores al 99,9 %, respaldados por mecanismos de failover.
- Monitoreo activo del sistema en tiempo real, con generación de alertas ante caídas o anomalías de rendimiento.

Manejo de riesgos

Se planificará una estrategia integral para mitigar riesgos relacionados con la disponibilidad, confidencialidad e integridad de la información. Las amenazas identificadas y las contramedidas previstas incluirán:

Ataques externos

- Implementación de un firewall de aplicaciones web (WAF).
- Escaneo continuo de vulnerabilidades.
- Aplicación de políticas de acceso con privilegios mínimos.
- Actualización constante del software y sus dependencias críticas.

Fallas eléctricas o interrupciones de servicio

- Uso de infraestructura en la nube con respaldo energético redundante (UPS y generadores).
- Replicación de datos en servidores alternativos.

Errores humanos o fallos del sistema

- Capacitación periódica del personal autorizado.
- Registro detallado de actividad (logs) para auditoría y detección de errores.
- Uso de control de versiones sobre la base de datos y posibilidad de restauración a estados anteriores (rollback).

Desastres naturales o eventos imprevistos

- Implementación de un Plan de Recuperación ante Desastres (DRP), que contemplará la reactivación automatizada del sistema en una región geográfica alternativa.

Análisis de costos

Para la estimación de los costos del proyecto, todos los valores se han expresado en pesos argentinos. Los costos originalmente obtenidos en dólares estadounidenses se han convertido utilizando el tipo de cambio minorista del Banco Central de la República Argentina del 28 de mayo de 2025, según la cotización publicada en su sitio web oficial.⁽⁶⁾ Esta cotización fue de 1180,00 pesos por cada dólar.

Seguidamente, se detallan los costos del personal (tabla 15) estimado en base a los honorarios recomendados del Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Córdoba (CPCIPC), actualizados a mayo de 2025.⁽⁷⁾

Para el entorno de desarrollo y pruebas internas, se requiere equipamiento mínimo. Sin embargo, el sistema está pensado

para ser accedido por los clientes desde sus dispositivos móviles y por el personal desde estaciones de escritorio ya disponibles en las farmacias (tabla 16).

La tabla 17 detalla las herramientas de software y servicios utilizados en el desarrollo e implementación del sistema, así como sus licencias y costos estimados.

La tabla 18 presenta un resumen de los costos iniciales estimados para el desarrollo e implementación del sistema propuesto.

Análisis de Riesgos

Las tablas 19 y 20 presentan un análisis detallado de los riesgos identificados en el proyecto.

Una vez identificados los riesgos del proyecto se presenta el análisis cuantitativo. Para ello, se utilizó la siguiente matriz de evaluación cuantitativa de riesgos (tabla 20 y 21).

Los resultados permiten priorizar los riesgos que podrían afectar significativamente los objetivos del proyecto.

Tabla 15. Costos estimados por rol en el desarrollo del sistema

| Rol | Remuneración mensual | Cantidad de meses | Subtotal |
|----------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| Analista funcional | \$1 534 504,25 | 3 | \$4 603 512,75 |
| Diseñador UX/UI | \$1 786 211,22 | 2 | \$3 572 422,44 |
| Programador backend | \$2 393 260,91 | 3 | \$7 179 782,73 |
| Programador frontend | \$2 270 771,18 | 3 | \$6 812 313,54 |
| Tester QA | \$1 984 672,85 | 3 | \$5 954 018,55 |
| Total estimado | - | - | \$28 122 050,01 |

Tabla 16. Costos de Hardware

| Recurso | Observaciones | Costo estimado |
|----------------------------------|-------------------------|----------------|
| 2 PC de escritorio para farmacia | Windows y 8GB RAM | \$427 572,00 |
| Dispositivo Android para pruebas | Smartphone para testing | \$350 000,00 |
| Total estimado | - | \$777 572,00 |

Tabla 17. Costos de Software y Servicios

| Recurso | Propósito | Tipo | Costo mensual |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------|---------------|
| Visual Studio Code | Entorno de desarrollo | Libre | \$0 |
| JavaScript / Node.js / Express.js | Backend API para app móvil | Libre | \$0 |
| Python / Flask | Backend API para predicción | Libre | \$0 |
| Kotlin / Android Studio | Desarrollo de app móvil | Libre | \$0 |
| JavaScript / HTML / CSS / Electron | Desarrollo de app escritorio | Libre | \$0 |
| PostgreSQL | Base de datos relacional | Libre | \$0 |
| Google Cloud | Hosting de APIs, DB, backups y IA | De pago | \$187 024,5 |
| Total estimado | - | - | \$187 024,5 |

Tabla 18. Resumen de costos iniciales estimados del proyecto

| Concepto | Monto estimado |
|------------------------------------|-----------------|
| Recursos humanos (desarrollo y QA) | \$28 122 050,01 |
| Software / Licencias iniciales | \$0 |
| Servicios en la nube (1er mes) | \$187 024,5 |
| Hardware | \$777 572,00 |
| Total estimado | \$29 086 646,51 |

Tabla 19. Riesgos identificados del proyecto

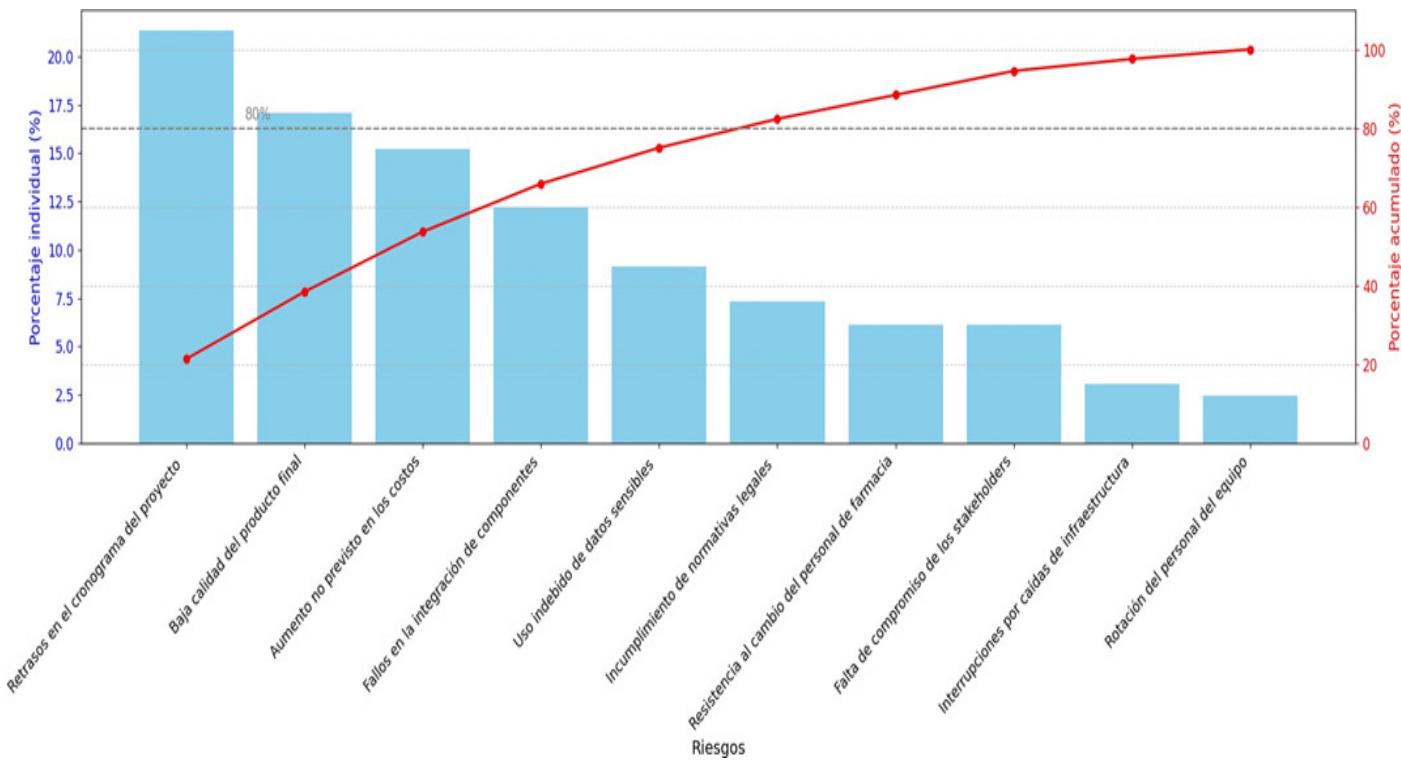
| Tipo | Riesgo | Causa |
|----------------|---|--|
| Organizacional | Retrasos en el cronograma del proyecto | Tiempos mal estimados o recursos insuficientes |
| Organizacional | Falta de compromiso de los stakeholders | Baja participación o interés limitado en el proyecto |
| Técnico | Fallos en la integración de componentes | Incompatibilidades entre tecnologías o errores de implementación |
| Económico | Aumento no previsto en los costos del proyecto | Subestimación de recursos o cambios en precios de servicios |
| Humano | Rotación del personal del equipo | Salida inesperada de recursos humanos clave |
| Técnico | Baja calidad del producto final | Pruebas insuficientes o errores no detectados |
| Legal | Incumplimiento de normativas sanitarias o de privacidad | Falta de revisión legal adecuada en la etapa de análisis |
| Operativo | Resistencia al cambio del personal de farmacia | Falta de capacitación o comunicación inadecuada |
| Operativo | Interrupciones en el servicio por caídas de infraestructura | Dependencia de servicios en la nube sin respaldo |
| Legal | Uso indebido de datos sensibles | Falla en la implementación de mecanismos de seguridad |

Tabla 20. Matriz de evaluación cuantitativa de riesgos

| | | Gravedad (Impacto) | | | | |
|--------------|----------|--------------------|------|-------|------|----------|
| | | Muy bajo | Bajo | Medio | Alto | Muy alto |
| Probabilidad | Muy alta | 90 % | 0,9 | 0,9 | 1,8 | 2,7 |
| | Alta | 70 % | 0,7 | 0,7 | 1,4 | 2,1 |
| | Media | 50 % | 0,5 | 0,5 | 1 | 1,5 |
| | Baja | 30 % | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 0,9 |
| | Muy baja | 10 % | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| | | | | | | 0,4 |
| | | | | | | 0,5 |

Tabla 21. Análisis cuantitativo

| Riesgo | Probabilidad (P) | Impacto (I) | Grado de exposición (P x I) | Porcentaje % | Acumulado % |
|--|------------------|-------------|-----------------------------|--------------|-------------|
| Retrasos en el cronograma del proyecto | Alta (0,7) | 5 | 3,5 | 21,34 % | 21,34 % |
| Baja calidad del producto final | Alta (0,7) | 4 | 2,8 | 17,1 % | 38,44 % |
| Aumento no previsto en los costos | Media (0,5) | 5 | 2,5 | 15,24 % | 53,68 % |
| Fallos en la integración de componentes | Media (0,5) | 4 | 2,0 | 12,2 % | 65,88 % |
| Uso indebido de datos sensibles | Baja (0,3) | 5 | 1,5 | 9,14 % | 75,02 % |
| Incumplimiento de normativas legales | Baja (0,3) | 4 | 1,2 | 7,31 % | 82,33 % |
| Resistencia al cambio del personal de farmacia | Media (0,5) | 2 | 1,0 | 6,1 % | 88,43 % |
| Falta de compromiso de los stakeholders | Media (0,5) | 2 | 1,0 | 6,09 % | 94,52 % |
| Interrupciones por caídas de infraestructura | Muy baja (0,1) | 5 | 0,5 | 3,04 % | 97,56 % |
| Rotación del personal del equipo | Muy baja (0,1) | 4 | 0,4 | 2,43 % | 100 % |

**Figura 8.** Análisis de Riesgos - Principio de Pareto

Aplicando el principio de Pareto (figura 8), se consideran los riesgos que representan aproximadamente el 80 % del impacto acumulado. Estos riesgos son:

- Retrasos en el cronograma del proyecto (21,34 %).
- Baja calidad del producto final (17,1 %).
- Aumento no previsto en los costos (15,24 %).

- Fallos en la integración de componentes (12,2 %).
- Uso indebido de datos sensibles (9,14 %).
- Incumplimiento de normativas legales (7,31 %).

En la tabla 22 se detalla el plan de contingencia propuesto para los riesgos previamente analizados.

Tabla 22. Plan de Contingencia

| Riesgo | Plan de contingencia |
|---|---|
| Retrasos en el cronograma del proyecto | Ajuste del cronograma y reasignación de tareas críticas. Contratación de apoyo externo temporal si es necesario. |
| Baja calidad del producto final | Refactorización de componentes clave. Implementación de un sprint exclusivo para corrección y validación de calidad. |
| Aumento no previsto en los costos | Revisión del presupuesto y priorización de funcionalidades. Reducción de gastos en aspectos no esenciales o licencias optativas. |
| Fallos en la integración de componentes | Sustitución de componentes con bajo acoplamiento. Documentación y pruebas automatizadas para aislar errores. |
| Uso indebido de datos sensibles | Implementación de protocolos de respuesta a incidentes. Bloqueo temporal de accesos y cambio de credenciales comprometidas. |
| Incumplimiento de normativas legales | Asesoría legal para ajustar los desarrollos. Corrección y reconfiguración de funciones que no cumplan con normativa. |

CONCLUSIONES

El presente proyecto, titulado “Sistema Integral de Atención al Cliente con Inteligencia Artificial para Farmacias”, surgió de la observación de una problemática concreta y extendida: las múltiples deficiencias en la atención y gestión farmacéutica que enfrentan las farmacias comunitarias, y su impacto tanto en la calidad del servicio al paciente como en la eficiencia operativa de estos establecimientos. La elección de esta temática estuvo motivada por la posibilidad de desarrollar una solución tecnológica con un impacto real en la salud pública, mediante la mejora de procesos clave y la promoción de un modelo de atención más accesible, personalizado y eficaz.

El objetivo general planteado fue desarrollar un sistema integral compuesto por una aplicación móvil y una aplicación de escritorio, orientado a mejorar la eficiencia operativa y la accesibilidad a productos farmacéuticos. Si bien se definieron métricas cuantitativas para evaluar el impacto del sistema (como mejoras en la eficiencia operativa o accesibilidad), dichas métricas no pudieron ser aplicadas en un entorno real debido a la naturaleza académica del proyecto, la limitación de tiempo y la ausencia de una implementación en contexto productivo.

No obstante, las pruebas funcionales realizadas sobre el prototipo permitieron validar la viabilidad técnica de cada componente, demostrando que el sistema es factible desde el punto de vista de su desarrollo e integración. Estas pruebas sugieren que el sistema podría tener un impacto positivo si se implementa plenamente. Se recomienda aplicar las métricas definidas en una etapa posterior de implementación para confirmar su impacto en condiciones reales.

Desde el punto de vista profesional, este proyecto me permitió consolidar y ampliar mis competencias en desarrollo de software, diseño de arquitecturas escalables, aplicación de

metodologías ágiles y análisis de riesgos. La integración de herramientas como inteligencia artificial, bases de datos seguras y servicios en la nube representó un desafío técnico que impulsó mi crecimiento como desarrollador y como analista de sistemas.

A nivel personal, el proyecto fue una oportunidad para profundizar en el compromiso ético y social que implica desarrollar soluciones tecnológicas para el ámbito de la salud. Comprender las necesidades de los usuarios finales, traducir esas necesidades en requisitos funcionales, y construir una solución accesible y eficaz, me permitió desarrollar una mayor empatía y una visión más integral del rol profesional que aspiro a ejercer.

En definitiva, este trabajo cumplió con los objetivos técnicos y académicos establecidos en el contexto de un proyecto final de carrera, y me permitió crecer tanto en lo personal como en lo profesional. Deja además una base sólida para futuras etapas de validación e implementación real, donde podrán medirse los impactos proyectados y continuar aportando a la mejora del sistema de salud comunitario.

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Juan Ignacio Gutierrez.

Curación de datos: Juan Ignacio Gutierrez.

Análisis formal: Juan Ignacio Gutierrez.

Redacción – borrador original: Juan Ignacio Gutierrez.

Redacción – revisión y edición: Juan Ignacio Gutierrez.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Khan O, Parvez M, Kumari P, Parvez S, Ahmad S. The future of pharmacy: How AI is revolutionizing the industry. *Intell Pharm.* 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ipha.2023.04.008>
- Raza MA, Aziz S, Noreen M, Saeed A, Anjum I, Ahmed M, et al. Artificial Intelligence (AI) in pharmacy: An overview of innovations. *Innov Pharm.* 2022;13(2):13. doi:10.24926/iph.v13i2.4839
- Faisal S, Ivo J, Tennant R, Prior KA, Grindrod K, McMillan C, et al. Implementation of a real-time medication intake monitoring technology intervention in community pharmacy settings: a mixed-method pilot study. *Pharmacy (Basel).* 2021;9(2):105. <https://doi.org/10.3390/pharmacy9020105>
- Al Meslamani AZ. Applications of AI in pharmacy practice: a look at hospital and community settings. *J Med Econ.* 2023;26(1):1081–4. <https://doi.org/10.1080/13696998.2023.2249758>
- Schwaber K, Sutherland J. La Guía de Scrum. 2020. <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American.pdf>
- Banco Central de la República Argentina. Banco Central de la República Argentina. 2025. <https://www.bcra.gov.ar>
- Consejo Profesional de Ciencias Informáticas de la Provincia de Córdoba. Honorarios recomendados. 2025. <https://cpcipc.org.ar/honorarios-recomendados/>
- Android Developers. Kotlin overview. <https://developer.android.com/kotlin/overview>

9. Android Developers. Download Android Studio & App Tools. <https://developer.android.com/studio>
10. Capsa Healthcare. The benefits of pharmacy automation. 2025. <https://www.capsahealthcare.com/blog/pharmacy-automation/the-benefits-of-pharmacy-automation/>
11. Electron Forge. Getting started. <https://www.electronforge.io/>
12. Flask Documentation. Welcome to Flask. <https://flask.palletsprojects.com/>
13. Google AI for Developers. Gemini API. <https://ai.google.dev/gemini-api/docs>
14. Hidayat R, Saleh I. The importance of inventory management in pharmaceutical practice. Open Access Indones J Soc Sci. 2020;3(1):1–9. <https://doi.org/10.37275/oaijss.v3i1.22>
15. Kalegowda AH. Utilizing Predictive Analytics to Enhance Retail Business Performance. MSc Research Project, National College of Ireland; 2024. <https://norma.ncirl.ie/7523/1/aravindhallimysorekalegowda.pdf>
16. Laymouna M, Ma Y, Lessard D, Schuster T, Engler K, Lebouché B. Roles, users, benefits, and limitations of chatbots in health care: Rapid review. J Med Internet Res. 2024;26:e56930. doi:10.2196/56930
17. MDN Web Docs. Express Web Framework (Node.js/JavaScript). https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Learn/Server-side/Express_Nodejs
18. Okolo CA, Babawarun O, Awoogun JO, Adeniyi AO, Chidi R. The role of mobile health applications in improving patient engagement and health outcomes: A critical review. Int J Sci Res Arch. 2024;11(1):2566–74. doi:10.30574/ijsra.2024.11.1.0334
19. PostgreSQL. About . <https://www.postgresql.org/about/>
20. Prophet. Prophet. <https://facebook.github.io/prophet/>
21. Simpson MD, Qasim HS. Clinical and Operational Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Pharmacy: A Narrative Review of Real-World Applications. Pharmacy (Basel). 2025;13(2):41. doi:10.3390/pharmacy13020041
22. Singh C. History of Java Programming Language. BeginnersBook; 2022 <https://beginnersbook.com/2022/06/history-of-java-programming-language/>
23. Wang C, Liu S, Yang H, Guo J, Wu Y, Liu J. Ethical considerations of using ChatGPT in health care. J Med Internet Res. 2023;25:e48009. doi:10.2196/48009