

APLICACIÓN QUE FACILITE AL USUARIO CONOCER EL LUGAR O LUGARES DONDE  
ESTÉN DISPONIBLES SUS MEDICAMENTOS FORMULADOS

ANDRÉS FELIPE BARÓN GUZMÁN

Trabajo Dirigido

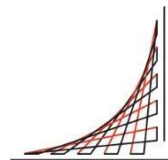
Tutor

Ing. Néstor Flórez Luna

Especialización en Bioingeniería



Universidad del  
**Rosario**



ESCUELA  
COLOMBIANA  
DE INGENIERÍA  
JULIO GARAVITO

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO  
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
BOGOTÁ D.C

2021

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradezco a Dios y a mi familia por darme la oportunidad de estudiar Ingeniería Biomédica y apoyarme en todo momento.

Agradezco a mi tutor el ingeniero Néstor Flórez Luna, por brindarme su tiempo, atención y disposición a lo largo del desarrollo del presente proyecto, generando persistencia y cumplimiento en cada uno de los entregables, que permitieron la culminación y obtención de mi énfasis en Ingeniería Clínica, siendo la línea de mi mayor interés. De igual manera agradezco a Paola Mancipe por su acompañamiento y colaboración.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>II</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>V</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1. MOTIVACIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO .....	2
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1. General .....	3
2.2. Específicos .....	3
<b>3. MARCO DE REFERENCIA</b> .....	<b>4</b>
3.1. MARCO TEÓRICO .....	4
3.1.1. LOGÍSTICA EN LAS FARMACIAS .....	4
3.1.1.1. BUENAS PRÁCTICAS DE FARMACIA Y DISPENSACIÓN PARA FARMACIAS .	4
3.1.1.1.1. Infraestructura .....	4
3.1.1.1.2. Recepción, Almacenamiento y Dispensación de medicamentos .....	5
3.1.1.2. DISPENSACIÓN DE MEDICAMENTOS .....	6
3.1.1.2.1. Recepción, análisis y validación de la prescripción .....	7
3.1.1.2.2. Selección de los productos para su entrega.....	7
3.1.1.2.3. Registro de los medicamentos a dispensar.....	7
3.1.1.2.4. Dispensación y expendio de los medicamentos .....	8
3.1.2. SISTEMA DE INVENTARIOS .....	8
3.1.2.1. MODELO DETERMINÍSTICO .....	8
3.1.2.2. MODELO ESTOCÁSTICOS O PROBABILÍSTICOS .....	9
3.1.3. OPTIMIZACIÓN.....	10
3.1.4. DISEÑO DE APLICACIÓN.....	10
3.1.4.1. PROCESO PARA EL DESARROLLO DE UNA APP .....	11
3.1.5. BASE DE DATOS.....	12
3.1.5.1. COMPONENTES DE UNA BASE DE DATOS.....	12
3.2. ESTADO DEL ARTE .....	12
<b>4. METODOLOGÍA</b> .....	<b>15</b>
4.1. DISEÑO .....	15
4.2. ENTORNO DE DESARROLLO.....	17
4.3. SERVIDOR.....	17
4.4. INTERFAZ ENTORNO - SERVIDOR.....	17
4.5. AUTENTICACIÓN .....	17
4.6. SISTEMA DE INVENTARIO Y DISPENSACIÓN .....	17

<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>
5.1. SISTEMA DE AUTENTICACIÓN .....	18
5.2. MENÚ PRINCIPAL.....	20
5.3. INVENTARIO .....	21
5.4. DISPENSACIÓN .....	23
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	<b>24</b>
<b>7. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS</b> .....	<b>25</b>
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>26</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>27</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>30</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

4.1	Diagrama de bloques . . . . .	15
4.2a	Autenticación del usuario . . . . .	15
4.2b	Información EPS . . . . .	15
4.3a	Inventario . . . . .	16
4.3b	Punto de dispensación . . . . .	16
4.4	Diseño del logo . . . . .	16
5.1a	Autenticación del usuario diligenciando los campos . . . . .	18
5.1b	Autenticación del usuario mediante Google . . . . .	18
5.1c	Registro de usuarios en Firebase . . . . .	19
5.2a	Campos requeridos . . . . .	20
5.2b	Llenado de los campos . . . . .	20
5.3a	Conceptualización de los medicamentos genéricos y comerciales . . . . .	21
5.3b	Inventario medicamentos genéricos . . . . .	22
5.3c	Inventario medicamentos comerciales . . . . .	22
5.4	Sistema de dispensación . . . . .	23

## **1. INTRODUCCIÓN**

En Colombia el mercado farmacéutico está caracterizado por tener una estructura escalonada, que va desde la producción de medicamentos hasta su distribución y consumo en hospitales, EPS, IPS, droguerías, farmacias y consumidor final [1]. A raíz de la ley 100 de 1993, el mercado institucional ha tenido una transformación. Ahora gran parte de los medicamentos son distribuidos por las EPS, teniendo estas una participación de alrededor del 15%, además de manejar principalmente los medicamentos genéricos incluidos en el Plan Obligatorio de Salud (POS) [3].

Con el fin de mejorar el proceso de entrega de medicamentos por parte de las EPS, este trabajo está enfocado en el desarrollo de una aplicación para una base de datos que contiene el inventario de los medicamentos de las farmacias, dirigido a usuarios afiliados a la Entidad Promotora de Salud (EPS). Esta sección muestra la motivación de este trabajo y planteamiento.

### **1.1. MOTIVACIÓN**

Las EPS desempeñan un papel fundamental en la salud de los colombianos, debido a que son las entidades responsables de la afiliación y prestación del plan obligatorio de salud de régimen subsidiado a los beneficiarios de este [4]. Entre ellas se encuentran cajas de compensación familiar y las empresas de medicina prepagada.

Según los registros administrativos de la Base de Datos Única de Afiliados (BDUA) y las proyecciones de población del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), para el mes de enero de 2021 el 97,65% de la población en Colombia (49,4 millones de personas) cuenta con afiliación a salud, cifra considerada como una cobertura universal [2],[3]. En el régimen subsidiado el número de afiliados alcanza 24 millones, en el régimen contributivo 23,3 millones y existe un estimado de 2,1 millones de personas ubicadas en los regímenes exceptuados [2].

Es responsabilidad de las EPS garantizar el óptimo cumplimiento en la entrega de medicamentos, y actualmente de acuerdo con la reglamentación establecida en la resolución 1604 de 2013, de no suministrar medicamentos y dispositivos antes de 48 horas, las EPS están en riesgo de perder la licencia de funcionamiento por incumplimiento [5].

Sin embargo, en el país la entrega de medicamentos se ha caracterizado por la presencia de diferentes inconvenientes, como lo son la entrega errónea a pacientes, la pérdida, caducidad, tiempo y lugar de disponibilidad de estos en la mayoría de EPS.

Siendo la accesibilidad del inventario un factor determinante en el aporte de estas dificultades, donde los usuarios al reclamar sus medicamentos se encuentran con la desagradable noticia de poca o ninguna disponibilidad del medicamento requerido en la

instalación visitada. Por estas razones, es necesario conocer la disponibilidad para permitir un menor aforo en estos espacios cerrados, principalmente en época de pandemia.

## **1.2. PLANTEAMIENTO**

Debido a la relación entre la pérdida de tiempo por parte del usuario en la entrega de medicamentos y la falta de información de la disponibilidad de estos, es necesario mantener un adecuado control de inventarios de medicamentos para su oportuna distribución. Las EPS deberían contar con una base de datos o servidor público, que les permita a los usuarios consultar el lugar de retiro de sus medicamentos, dependiendo las farmacias dispensadoras de la entidad, así como de la existencia de medicamentos requeridos.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Diseñar una aplicación que facilite al usuario identificar el lugar de retiro de medicamentos al igual que conocer la disponibilidad de estos, mediante un entorno de desarrollo para aplicaciones, permitiendo la optimización de su respectiva entrega.

### **2.2. Específicos**

- 2.2.1. Realizar una caracterización de los procesos de las farmacias pertenecientes a la Entidad Promotora de Salud (EPS).
- 2.2.2. Construir un modelo de una aplicación que permita optimizar la entrega de medicamentos.
- 2.2.3. Desarrollar el modelo mediante la implementación de herramientas tecnológicas.



### **3. MARCO DE REFERENCIA**

Los farmacoepidemiológicos señalan a dos principales problemas en el mundo farmacéutico que son, prescribir y entregar medicamento, lo cual preocupa a los profesionales en este ámbito y que, a su vez, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), generan un costo anual de 42.000 millones de dólares [7]. En el año 2019, se registró la multa más alta de la historia impuesta por la Superintendencia de Salud, 5800 millones de pesos a la EPS Medimás. La sanción se produjo producto de las fallas en la entrega de medicamentos, los cuales fueron entregados de manera incompleta o no había disponibilidad en las farmacias, esto se evidencia en los 25.000 recursos presentados a la Supersalud contra la EPS. De igual manera, un grupo de usuarios de Medimás presentaron quejas por problemas con la falta de oportunidad en la entrega de medicamentos junto con la atención displicente de los funcionarios [8]. En esta sección se dan a conocer algunos aspectos importantes del procedimiento ejecutado en la distribución de medicamentos, así como el manejo de las bases de datos internas, las cuales afectan una buena atención hacia los usuarios. Adicionalmente, se presentan algunas investigaciones y/o trabajos realizados sobre el tema de interés.

#### **3.1. MARCO TEÓRICO**

##### **3.1.1. LOGÍSTICA EN LAS FARMACIAS**

La farmacia es el establecimiento dedicado a la venta de estupefacientes, alcaloides, barbitúricos, así como drogas genéricas y comerciales, sustancias químicas, especialidades farmacéuticas, higiénicas y dietéticas, entre otros [9]. Se encuentran tanto farmacias de venta libre, como aquellas que pertenecen a las EPS.

De acuerdo con la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), las farmacias deben cumplir con lo establecido en el manual de Buenas Prácticas de Farmacia y Dispensación para Farmacias y Botiquines [10] para poder funcionar.

##### **3.1.1.1. BUENAS PRÁCTICAS DE FARMACIA Y DISPENSACIÓN PARA FARMACIAS**

###### **3.1.1.1.1. Infraestructura**

Se debe contar con un entorno adecuado, donde se garantice que los ambientes estén limpios, seguros y organizados. Se tiene en cuenta el ambiente físico y sanitario [10].

- Ambiente físico

El ambiente físico se refiere al diseño general y la disposición de un espacio o salón. Las áreas del establecimiento deben cumplir una serie de aspectos entre ellos:

- Debe estar destinado únicamente para el funcionamiento de la farmacia.
- Debe estar libre de plagas y focos de insalubridad.

- Contar con luz natural y artificial, así mismo las lámparas deben tener protección y se debe tener buena ventilación.
- Los pisos deben ser impermeables y lisos, al igual que el techo y las paredes, y deben estar pintadas o tratadas con material impermeabilizante.
- Poseer una ventanilla para atención nocturna al público.
- Ventanas con mallas anti-insectos.
- Instalación eléctrica indirecta o aislada.
- Extintor de incendios.
- Debe tener área de atención al público de fácil acceso y una superficie adecuada al volumen de servicio que preste.
- Debe contar con área de almacenamiento bien definida que facilite el flujo tanto del personal como de traslado de productos.
- Se debe disponer un área exclusiva para el almacenamiento de productos caducados.

- Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias son el conjunto de tuberías de agua, desagües, ventilaciones, cajas de registro, aparatos sanitarios, entre otros [11]. Las instalaciones del establecimiento deben cumplir una serie de aspectos entre ellos:

- Instalación y aprovisionamiento de agua potable.
- Baterías sanitarias y lavabo de manos, aislados del área de trabajo.
- Dispositivos con tapa para la eliminación de desechos.
- Contar con suministros de jabón, gel desinfectante o toalla de manos.

### **3.1.1.1.2. Recepción, Almacenamiento y Dispensación de medicamentos**

- Recepción

Debido a la importancia de este proceso, se debe evitar que los medicamentos puedan ser adulterados, se degraden o se contaminen, por lo tanto, deben provenir de una fuente confiable y que cumpla con los requisitos técnicos y legales [10]. En la recepción de medicamentos se debe considerar los siguientes lineamientos:

- Solicitar que las entregas se hagan en hora valle para poder realizar una inspección adecuada.
- Preparar un lugar para almacenar los productos.
- Mantener separados los productos nuevos con los existentes hasta que se realice la inspección.
- Realizar a los medicamentos todas las verificaciones de bienestar y legalidad.

- Almacenamiento

Se debe garantizar unas condiciones ambientales controladas de almacenamiento. Adicionalmente, los primeros productos en salir son los que están próximos a caducar

[10]. En el almacenamiento de medicamentos se debe considerar los siguientes lineamientos:

- Los productos deben almacenarse en sus envases originales.
- Preparar y limpiar las áreas utilizadas para recibir y almacenar los productos.
- Almacenar los medicamentos en lugares apropiados y a una temperatura adecuada.
- Almacenar el producto nuevo detrás del viejo.
- Los estantes deben estar separados del suelo, techo y pared al menos 15 centímetros.
- Los productos deben estar protegidos de la luz natural y artificial.
- No sobrecargar los equipos de refrigeración.
- Se debe revisar y controlar la temperatura del refrigerador.
- Se debe destinar un área específica para los medicamentos próximos a caducar.
- Guardar y marcar claramente los desinfectantes y otros productos químicos tóxicos.
- Revisar periódicamente los productos en busca de posibles cambios físicos.

- **Dispensación**

El proceso de dispensación de medicamentos incluye los procesos de recepción y entrega al usuario, donde la dispensación se realiza por personal capacitado que garantice la detección, corrección y prevención de errores en todas sus fases [10]. En el siguiente inciso se caracterizará este proceso.

### **3.1.1.2. DISPENSACIÓN DE MEDICAMENTOS**

La dispensación es el proceso farmacéutico que va desde la recepción de la prescripción médica, hasta la entrega de los medicamentos al paciente [12]. Un error en la dispensación se define como cualquier discrepancia entre el medicamento dispensado y la prescripción médica [13], por lo que durante un proceso de dispensación adecuado es posible detectar y corregir cualquier error que se genere en cualquier etapa [14].

En el servicio de dispensación, el responsable farmacéutico forma el último contacto del usuario con el sistema sanitario antes de la utilización del medicamento prescrito. Además, en la automedicación establece el primer y único contacto del usuario con el sistema sanitario, por lo tanto, la entrega del medicamento debe ser una actividad clínica cuyo objetivo sea garantizar la salud del usuario [15].

En el proceso de dispensación se diferencian cuatro actividades principales [10]:

### **3.1.1.2.1. Recepción, análisis y validación de la prescripción**

La prescripción de medicamentos es una intervención clínica y marca el inicio de un tratamiento a través de las órdenes médicas, redactas en el expediente hospitalario, así como en la receta emitida al paciente [16].

De acuerdo con la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria, al momento de la recepción, se debe confirmar [10]:

- Nombre, dirección y número de colegiatura del profesional. Si se trata de recetas estandarizadas se debe confirmar el nombre del establecimiento de salud.
- Identificación del usuario: nombres y apellidos.
- Nombre del producto farmacéutico en su denominación común internacional (DCI).
- Concentración y forma farmacéutica.
- Posología, indicando el número de unidades por toma en el día, así como la duración del tratamiento.
- Lugar y fecha de expedición de la prescripción.
- Sello y firma del prescriptor que la extiende.
- Se debe contar con un archivo de recetario físico o digital. Antes de ser archivadas deben tener el sello de despacho con su respectiva fecha.

Los medicamentos sujetos a fiscalización se ajustarán a la Normativa Legal Vigente emitida por la Autoridad Sanitaria Nacional y la Ley Orgánica de Prevención Integral del Fenómeno Socio Económico de las Drogas [10].

### **3.1.1.2.2. Selección de los productos para su entrega**

Se debe asegurar que el nombre, la concentración, la forma farmacéutica y la presentación del producto corresponde a lo prescrito. Los productos se encuentran en las estanterías debidamente identificados con su respectiva etiqueta.

Adicionalmente antes de la entrega, se debe comprobar que el producto está en buenas condiciones y debidamente sellados, de igual manera los envases deben corresponder al mismo producto y cumplir con las especificaciones establecidas en las normas legales vigentes [10].

### **3.1.1.2.3. Registro de los medicamentos a dispensar**

El registro es uno de los procesos más importantes, ya que son útiles para la verificación de las existencias y son imprescindibles en la solución de problemas derivados de la entrega de medicamentos a los usuarios. Estos registros deberán realizarse de acuerdo con la normativa vigente [10].

Los registros deben estar respaldados por un sistema informático fiable que proporcione información precisa, oportuna y accesible. Adicionalmente, las recetas deberán ser copiadas en el libro de recetas del establecimiento, en orden cronológico y correlativo.

#### **3.1.1.2.4. Dispensación y expendio de los medicamentos**

Los medicamentos deben entregarse al paciente o a un representante con instrucciones claras, añadiendo la información que se estime conveniente. El encargado de entregar los medicamentos debe ser un profesional químico farmacéutico o bioquímico farmacéutico, y es el responsable de brindar información y orientación sobre el producto farmacéutico, debiendo informar [10]:

- Cómo tomar el medicamento en relación con los alimentos.
- Cómo tomar o aplicar el medicamento.
- Cómo almacenar y proteger los medicamentos.
- Verificando que el usuario comprenda las instrucciones.
- Tratando a los usuarios con respeto y manteniendo la confidencialidad e intimidad.

#### **3.1.2.SISTEMA DE INVENTARIOS**

Los inventarios representan la existencia detallada de bienes muebles e inmuebles necesarios para las operaciones de ventas o fabricación en una empresa, de igual manera, representan varias operaciones y por lo tanto desempeñan un papel fundamental en la organización. Estos permiten a las empresas mantener un sistema de control y cumplimiento de ganancias con sus niveles de ventas, así mismo garantizan una oportunidad para el control de costos y la toma de decisiones [17], [18], [19].

Teniendo en cuenta lo que es un inventario, un sistema de inventario es un sistema de control de almacén, que permite asegurar el abastecimiento de mercancías y reducir los costos de efectuar un pedido o por material faltante. Establece como fijar las entradas y salidas, así como el orden de almacenamiento [20]. Los sistemas de inventarios poseen una serie de características como lo son los tipos de modelos de inventarios y sus generalidades [21].

##### **3.1.2.1. MODELO DETERMINÍSTICO**

Estos modelos se caracterizan por conocerse con certeza la demanda del producto, debido a que esta permanece constante [21], [22]. Dentro de estos modelos se destacan los siguientes:

- Modelo de producción con déficit

Este modelo se caracteriza por suponer que inicialmente en inventario hay cero unidades, se genera una orden de producción en ese instante y transcurrido un tiempo  $t_1$  se obtiene el máximo de unidades en inventario. Se suspende la producción y se suplente la demanda del producto hasta agotar existencias transcurrido un tiempo  $t_2$ . Una vez en inventario se tiene cero unidades, transcurrido un tiempo  $t_3$  la demanda del producto continúa generando un déficit máximo. A partir de este momento se genera nuevamente la orden de producción disminuyendo el déficit y cubriendo la demanda, después de haber transcurrido un tiempo  $t_4$ , una vez se ha alcanzado este tiempo se repite el proceso [21].

- Modelo de producción sin déficit

Este modelo se caracteriza por suponer que inicialmente en inventario hay cero unidades, se genera una orden de producción en ese instante y transcurrido un tiempo  $t_1$  se obtiene el máximo de unidades en inventario. Se suspende la producción y se supe la demanda del producto hasta agotar existencias transcurrido un tiempo  $t_2$ . Una vez en inventario se tiene cero unidades se repite el proceso [21].

- Modelo de compra sin déficit

Este modelo se caracteriza por suponer que inicialmente en inventario hay cero unidades, se genera una orden de compra e instantáneamente se obtiene el máximo de unidades en inventario. Transcurrido un tiempo, el producto se consume hasta agotar existencias. Una vez en inventario se tiene en cero unidades se repite el proceso [21].

- Modelo de compra con déficit

Este modelo se caracteriza por suponer que inicialmente en inventario hay cero unidades, se genera una orden de compra e instantáneamente se obtiene la cantidad de unidades faltantes en inventario. Transcurrido un tiempo  $t_1$  se supe la demanda del producto hasta agotar existencias, obteniendo nuevamente cero unidades en inventario. Transcurrido un tiempo  $t_2$  la demanda continúa generando un déficit máximo. A partir de este momento se genera la nueva orden de compra disminuyendo el déficit y enviando unidades al almacén para cubrir la demanda, una vez se ha cubierto la demanda total (déficit más demanda inicial en tiempo  $t_1$ ), se repite el proceso en caso de un nuevo déficit máximo [21].

- Modelo con descuentos por cantidad

La estructura del modelo es semejante al modelo de compra sin déficit, sin embargo, este modelo se caracteriza por establecer primero la cantidad de unidades a comprar que le represente el menor costo según los descuentos del proveedor [21].

- Modelo para varios productos con restricciones

La estructura del modelo es semejante al modelo de compra sin déficit, sin embargo, este modelo se caracteriza por ser aplicado a varios productos con algunas restricciones en los recursos [21].

Cada uno de los modelos expuestos se caracterizan por el previo conocimiento de la tasa de producción, así como la ocurrencia a una tasa constante. La tasa de producción es mayor a la tasa de demanda y los costos de producción, mantenimiento, penalización y fijos son conocidos y constantes [21].

### **3.1.2.2. MODELO ESTOCÁSTICOS O PROBABILÍSTICOS**

Estos modelos se caracterizan por presentarse fluctuaciones en la demanda del producto, debido a que esta no permanece constante para un período futuro, sin embargo, se puede asignar una distribución de probabilidad a su ocurrencia [21], [22]. Dentro de estos modelos se destacan los siguientes:

- Modelo de consumo instantáneo sin costo fijo

Este modelo se caracteriza por suponer que se puede iniciar o no con un inventario inicial  $X$ , y al momento de empezar la demanda del producto se cuenta con un inventario  $Y$ , se genera una orden de producción o compra cuando el inventario  $X$  es menor que el inventario proyectado  $Y$ . En esta situación existen dos posibilidades con respecto a la demanda: si la demanda es inferior o igual al inventario  $Y$  las unidades restantes son almacenadas (unidades mantenidas), por el contrario, si la demanda es superior al inventario  $Y$  se produce un déficit (unidades penalizadas) [21].

- Modelo de consumo instantáneo con costo fijo

La estructura del modelo es prácticamente igual al modelo anterior, sin embargo, en este modelo se genera un costo en el momento de ordenar la producción o compra, produciendo que el costo esperado del sistema incluya el costo fijo [21].

- Modelo de consumo uniforme sin costo fijo

La estructura del modelo es prácticamente igual al modelo de consumo instantáneo sin costo fijo, sin embargo, en este modelo el consumo del producto es uniforme, por lo tanto, así la demanda sea inferior o superior al inventario óptimo, este va a existir hasta que se agoten las existencias, como ocurre en los modelos determinísticos [21].

Cada uno de los modelos descritos se caracterizan por el previo conocimiento de la probabilidad de demanda. Los costos de producción o compra, mantenimiento y penalización son conocidos y constantes; de igual manera el costo de penalización es mayor que el costo variable [22].

### **3.1.3.OPTIMIZACIÓN**

Cuando se habla de optimización de algún producto o proceso, se refiere a la optimización de la media y a la reducción de la variación. Es decir, ajustar la media para obtener un valor más deseable de la misma, o reducir la variación alrededor de la media, para que las diferentes unidades se afecten con esta [23].

En la optimización se puede encontrar modelos de optimización lineales, no lineales, en redes, probabilísticos y dinámicos, metaheurísticos y heurísticos [24].

### **3.1.4.DISEÑO DE APLICACIÓN**

Una aplicación o App es un programa o conjunto de programas informáticos o software diseñado para dispositivos móviles. Se encuentran en las plataformas de distribución digital de aplicaciones móviles y son diseñadas para ser compatibles con uno o varios sistemas operativos [25]. Una aplicación ofrece una mejor experiencia de uso, evitando tiempos de espera excesivos y logrando una navegación más fluida entre los contenidos [26].

### 3.1.4.1. PROCESO PARA EL DESARROLLO DE UNA APP

El proceso de diseño y desarrollo de una aplicación abarca un marco metodológico teniendo en cuenta las características de diseño [26], [27]. Este proceso describe las etapas solo desde el punto de vista de diseño y desarrollo.

- Conceptualización

En esta etapa se plantean los interrogantes sobre la aplicación a desarrollar, el contexto y las necesidades de los usuarios, así como las restricciones técnicas [27]. Este proceso surge de una idea, la cual responde a una investigación previa [26].

Las tareas para realizar en esta etapa son: argumentar la necesidad de desarrollar una aplicación móvil, identificar los participantes y las categorías de usuarios, identificar las restricciones tecnológicas, construir el equipo y planificar el número de incrementos [27].

- Estudio de viabilidad, planificación y control

Consiste en analizar la viabilidad de la aplicación teniendo en cuenta las diferentes restricciones tecnológicas del momento. La planificación y control consiste en la organización y aplicación de las buenas prácticas de gestión de proyectos [28], manteniendo una revisión frecuente del estado de desarrollo de la aplicación.

- Diseño o modelado

Creación de modelos y prototipos de acuerdo con la información obtenida anteriormente, que ayuden al equipo a entender mejor los requisitos y del diseño de la aplicación, para posteriormente ser provistos al desarrollador [26].

Las tareas para realizar en esta etapa son: detallar los requisitos, describir escenarios de usuario, diseñar el contenido, diseñar la interfaz de usuario e identificar y diseñar los componentes funcionales [27].

- Desarrollo

El programador se encarga de producir un software ejecutable que le de vida a los diseños. El desarrollo incluye la producción, así como las pruebas asociadas a cada incremento. Adicionalmente se dedica gran parte del tiempo a corregir errores para asegurar el correcto funcionamiento de la aplicación [26].

Las tareas para realizar en esta etapa son: seleccionar los componentes reutilizables, construir los componentes ejecutables y probar los componentes [27].

- Publicación o entrega

La aplicación se entrega a los usuarios y se mantiene un seguimiento a través de analíticas, estadísticas y comentarios de usuarios, para evaluar el comportamiento y desempeño de la app, de esta manera corregir errores, realizar mejoras y actualizarla en futuras versiones [26].



### **3.1.5.BASE DE DATOS**

Se le denomina base de datos o banco de datos (BB.DD) al conjunto de información perteneciente a un mismo tema, la cual se encuentra almacenada y ordenada de manera sistemática para su posterior recuperación, análisis y/o transmisión [29].

#### **3.1.5.1. COMPONENTES DE UNA BASE DE DATOS**

Los componentes de una base de datos son [30]:

- Los datos: son el componente fundamental de una base de datos, los cuales deben estar interrelacionados entre sí.
- El software: actúa de interfaz entre los datos y las aplicaciones para que estos puedan ser utilizados por una variedad de usuarios. A este software se le denomina Sistema de Gestión de Datos (SGBD). Este sistema permite crear y organizar la base de datos, así como atender las solicitudes de acceso.
- Recursos humanos: son las personas, en su mayoría profesionales, que definen y preparan la base de datos. Estos recursos humanos se pueden ser directivos, analistas, administradores, desarrolladores, equipo de mantenimiento, entre otros.
- Usuarios: son las personas que acceden a la base de datos, entre ellos se encuentran los usuarios expertos y habituales. Los expertos utilizan las bases de datos para gestión avanzada de decisiones, mientras que los habituales para consultar y actualizar los datos.

### **3.2. ESTADO DEL ARTE**

En el país no se han realizado los esfuerzos coordinados para estudiar la logística hospitalaria, la cual reúne las actividades de transformación y de flujo de recursos y de pacientes [31], [32]. Ejemplo de ello son las farmacias, donde existen muchos inconvenientes, como la falta de un sistema de información de apoyo confiable, la imposibilidad de monitorear desabastecimientos históricos, demoras en la entrega de medicamentos en el sector salud, altos inventarios de ciertas referencias y bajos niveles de servicio de otras, y la falta de consideraciones económicas en el momento de definir la política de inventario. Como resultado, el personal responsable de este proceso enfrenta la necesidad de mejorar la calidad del servicio y reducir los costos operativos. [32].

Aunque los trabajos desarrollados en este campo son muy pocos, vale la pena destacar algunos proyectos de investigación y/o desarrollos relacionados con el mejoramiento de procesos en el sistema farmacéutico, tal como la dispensación de medicamentos y los sistemas de inventarios.

- Optimización de los horarios de entrega de medicamentos de la farmacia principal de un hospital de Bogotá [33]: para optar al título de Ingeniero Industrial, en la

Universidad de los Andes se desarrolló un trabajo de grado, el cual consiste en analizar el proceso de entrega de medicamentos de la farmacia principal de un hospital, desde la generación de las fórmulas médicas por parte de los médicos y especialistas hasta la administración del medicamento al usuario, mediante la obtención de datos durante 32 días continuos.

- Propuesta de mejoramiento de procesos en la farmacia de un hospital de alta complejidad en la ciudad de Cali [34]: en la universidad ICESI se desarrolló como proyecto de grado, el mejoramiento de los procesos logísticos de soporte en la farmacia de un hospital de alta complejidad en la ciudad de Cali, aumentando la capacidad de suministrar los medicamentos indicados al paciente, con la dosis indicada y por la vía indicada, logrando reducir sustancialmente los errores en la medicación. Mediante la caracterización de los procesos de la farmacia y la adopción de tecnologías de identificación de producto y metodologías de ingeniería industrial.
- Prueban nuevo sistema de distribución de medicamentos [35]: el Hospital Universitario Nacional de Colombia implementó la fase piloto del Sistema de Distribución de Medicamentos en Dosis Unitarias (SDMDU) para pacientes hospitalizados. Mediante la disminución de los errores y problemas relacionados con la medicación e integrar al químico farmacéutico en el equipo de salud durante las cuatro etapas del ciclo del medicamento: prescripción, dispensación desde la farmacia, administración por enfermería y monitoreo del paciente por todo el equipo de salud.
- Diseño de un sistema de información para el control de inventario de medicamentos en farmacias colombianas [36]: la tesis realizada en la Universidad Católica de Colombia tiene como propósito disminuir los errores que se pueden cometer en la entrega de medicamentos a los usuarios de las farmacias en Colombia, mediante el diseño de un modelo de un sistema de información para el control de inventario utilizando arquitecturas de referencia.
- Modelo de optimización del sistema de inventarios de medicamentos y materiales médico-quirúrgicos de la clínica universitaria bolivariana [37]: se define un modelo de optimización que permita determinar cuánto debe pedirse de cada referencia mensualmente para abastecer el almacén general y los sub-almacenes de la Clínica Universitaria Bolivariana (CUB), de manera que se cuente con una cantidad óptima de medicamentos y materiales médico-quirúrgicos, mediante el diagnóstico y la categorización del proceso actual de abastecimiento.
- Optimización en los tiempos de espera para el proceso de dispensación de medicamentos en la IPS MEDICARTE S.A. [38]: aumentar la calidad del servicio y satisfacer las necesidades de los pacientes es de suma importancia. Por lo tanto, se propone el estudio y análisis actual de dispensación de medicamentos en la Ips Medicarte S.A. enfatizando en los largos tiempos de espera durante la

prestación del servicio, mediante el diagnóstico e identificación de las causas por las que se generan esta problemática.

- Diagnóstico sobre el estado actual de centros de distribución de medicamentos y dispositivos médicos para la operación logística del sector salud en Colombia [39]: mediante esta investigación se busca identificar los posibles fallos que en su momento se estaban presentando en el sector salud, principalmente en el proceso de consecución y aprovisionamiento de medicamentos y dispositivos médicos para toda la red del servicio en Colombia, permitiendo ampliar los conocimientos de la logística en general para desarrollar estrategias que permitan llegar a un modelo logístico que pueda ser reconocido a nivel mundial.
- Diseño e implementación de un sistema de captura de datos por medio de código de barras, que permita automatizar la dispensación y mejorar el control de inventarios de la red de unidades renales de RTS S.A.S [40]: con el propósito de evitar el registro manual de las unidades renales, para reducir la carga de consumos al programa de inventarios y los costos en horas extras del personal, así como aumentar la confiabilidad de los inventarios, se diseñó un sistema en Excel que permitiera la captura de la información generando una interfaz entre el lector de código de barras y unas plantillas anteriormente desarrolladas.
- Dispensador automático de medicamentos sólidos para pacientes mediante uso de sistemas embebidos [41]: las personas de la tercera edad y las que tienen alteraciones cognitivas o enfermedades crónicas, se les dificulta el consumo de medicamentos por si mismos, ya que pueden equivocarse de la dosis establecida o equivocarse de medicamento. Por lo tanto, se desarrolló un sistema para asistir la administración de los medicamentos, mediante la implementación de un prototipo mecatrónico.
- Análisis del mercado de medicamentos en Colombia [1]: se brinda información general del mercado farmacéutico en Colombia, identificando la composición, características y la forma en la que interviene el estado. Por lo tanto, el propósito de la investigación se centró en describir el efecto sobre los consumidores de las fusiones horizontales en la industria farmacéutica.

## 4. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta los objetivos planteados y el proceso para el desarrollo de una aplicación, se presenta la descripción metodológica empleada para el desarrollo de esta, en las que se definen las siguientes etapas: diseño, entorno de desarrollo, servidor, interfaz, autenticación, inventario y dispensación.

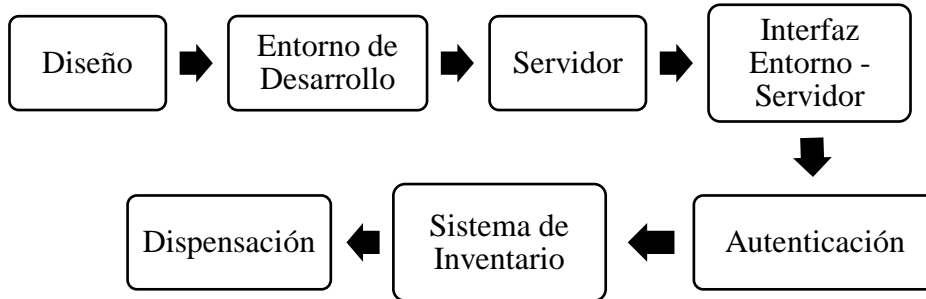


Figura 4.1 Diagrama de bloques.

### 4.1. DISEÑO

Analizando los requerimientos de diseño, se realizó el Mockup de la aplicación móvil mediante la herramienta de diseño MockFlow [42], con el propósito de identificar y organizar las distintas ventanas requeridas, así como su aspecto físico y visual.



Figura 4.2a Autenticación del usuario.

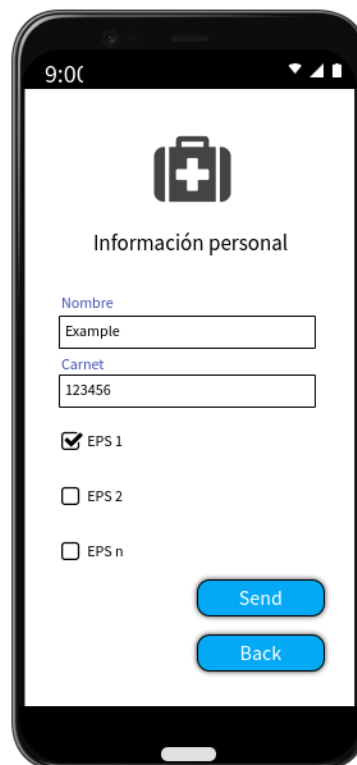


Figura 4.2b Información Entidad Promotora de Salud (EPS).

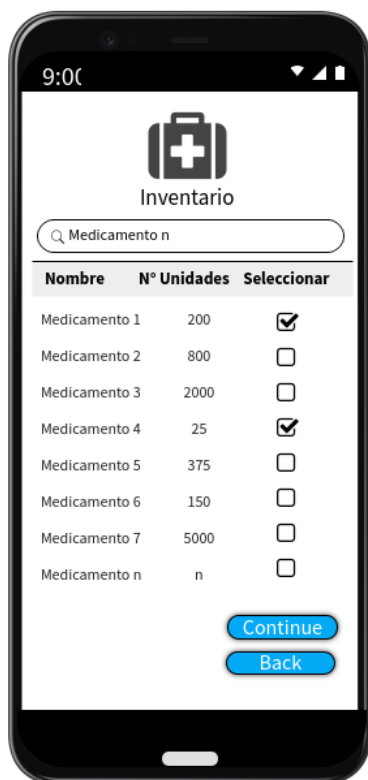


Figura 4.3a Inventario – selección de medicamento.

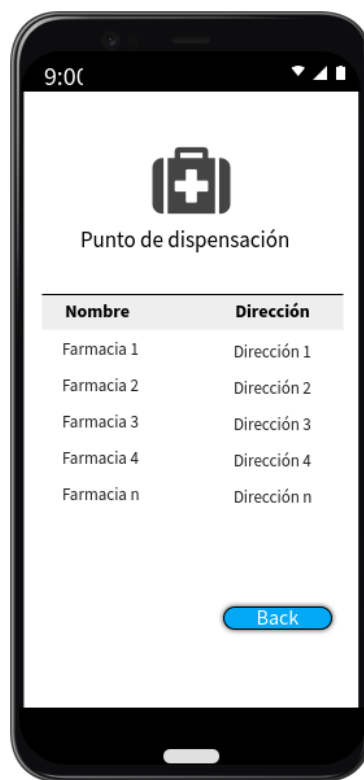


Figura 4.3b Punto de dispensación.

Posteriormente mediante la implementación de un anagrama o reordenamiento de letras, se determinó el nombre de la aplicación, teniendo en cuenta las palabras Medicamentos y Existencias, obteniendo el nombre **MEDXIS**.

Una vez definido el nombre se procedió al diseño del logo mediante la herramienta de diseño Tailor Brands [43], teniendo en cuenta la utilidad de la aplicación.



Figura 4.4 Diseño del logo.

## **4.2. ENTORNO DE DESARROLLO**

El entorno de desarrollo es la herramienta que servirá para desarrollar la app. Se implementó Android Studio [44] debido a las múltiples herramientas y características que posee, como lo son el editor de diseño visual, analizador de APK, emulador rápido, editor de código inteligente, sistema de construcción flexible, entre otras.

## **4.3. SERVIDOR**

Evaluando las características de funcionalidad de la aplicación, es decir, autenticación y base de datos, se implementó la plataforma para desarrollo de aplicaciones Firebase [45]. Esta plataforma cuenta tanto con herramientas de compilación como de analíticas, las cuales permiten evaluar el funcionamiento de la aplicación.

## **4.4. INTERFAZ ENTORNO - SERVIDOR**

Para comunicar Firebase al proyecto de Android es necesario seguir las instrucciones presentes en la documentación de la página oficial de Firebase, este proceso garantiza el uso de las herramientas de la plataforma y realizar tareas desde consola (Firebase console) [46].

## **4.5. AUTENTICACIÓN**

El sistema de autenticación se realizó en Firebase siguiendo la documentación, los métodos de autenticación seleccionados fueron “Correo electrónico/contraseña” y “Google” [47].

## **4.6. SISTEMA DE INVENTARIO Y DISPENSACIÓN**

El sistema de inventario y dispensación se realizó en Firebase mediante la implementación de la herramienta Cloud Firestore, siguiendo la documentación [48].

Se crearon tres bases de datos, para los medicamentos genéricos y comerciales, así como para las farmacias de las EPS respectivamente (Anexos).

## 5. RESULTADOS

Esta sección contempla los resultados obtenidos del desarrollo de una aplicación móvil para la identificación de lugares con disponibilidad de los medicamentos requeridos, de acuerdo con la metodología descrita anteriormente.

### 5.1. SISTEMA DE AUTENTICACIÓN

El sistema de autenticación se puede realizar de dos maneras, diligenciando los campos o mediante la cuenta de Google, como se observa en la figura 5.1a y la figura 5.1b respectivamente.

La pantalla principal está compuesta por el logo, los campos a diligenciar, los botones de Registrar y Acceder, así como el botón de acceder con Google. Los campos requeridos son Usuario, correo electrónico y Contraseña, sin embargo, la autenticación solo se hace mediante Correo electrónico y Contraseña. En el menú Authentication de la consola de Firebase se guardan e identifican a los usuarios registrados mediante su correo, como se observa en la figura 5.1c.



Figura 5.1a Autenticación del usuario diligenciando los campos.

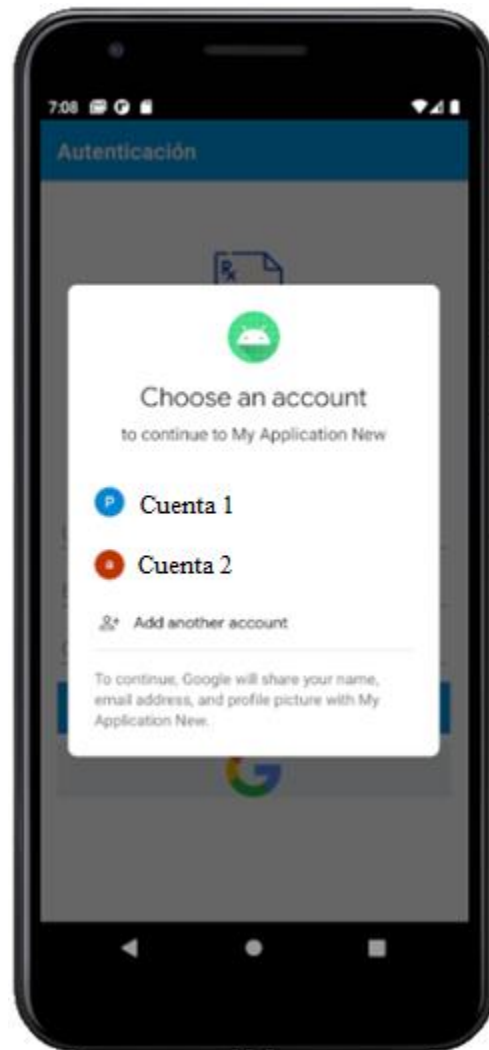


Figura 5.1b Autenticación del usuario mediante la cuenta de Google.

<input type="text" value="Buscar por dirección de correo electrónico, número de teléfono o UID de usuario"/> <span style="float: right;"> <span style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 2px 10px; border-radius: 4px;">Agregar usuario</span> <span style="margin-left: 10px;">↻</span> <span style="margin-left: 10px;">⋮</span> </span>				
Identificador	Proveedores	Fecha de creación	Fecha de acceso	UID de usuario ↑
xxxxx@mail.com		13 feb. 2021	13 feb. 2021	MlrBedhSCEXbqz4eGYr0mp3UQGI1
xxxxx@mail.com		20 abr. 2021	20 abr. 2021	ZS5AFN1sdMUxPBXhJJB5wXRG...
xxxxx@mail.com		20 abr. 2021	20 abr. 2021	iABv46lOx2c0e4gsWgiQdfkrb6y2
cuenta 1@mail.com		21 abr. 2021	21 abr. 2021	nHqAdRyP0nbqz7Z9cD0tpn4Jltn1
cuenta 2@mail.com		21 abr. 2021	24 abr. 2021	rUmyluc8Qfds5rYxdAHRsFZxe12

Figura 5.1c Registro de usuarios en Firebase.



## 5.2. MENÚ PRINCIPAL

Como se puede observar en la figura 5.2a y la figura 5.2b, en esta ventana se indica el correo con el que se registró el usuario junto con el proveedor, adicionalmente se encuentran los campos referentes al Nombre del usuario, número de Carné y EPS a la que pertenece, mediante el cual se determina el inventario a acceder.

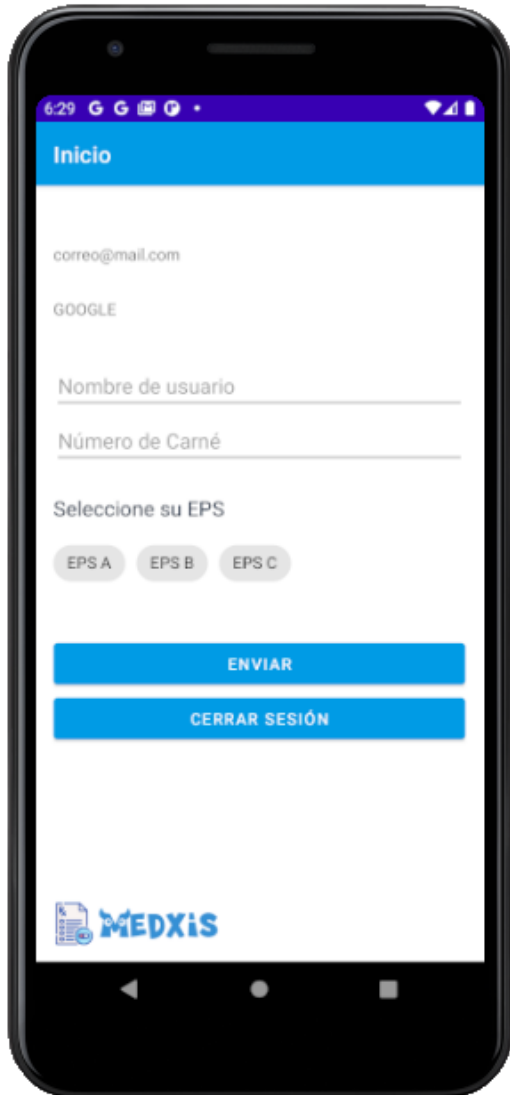


Figura 5.2a Campos requeridos.

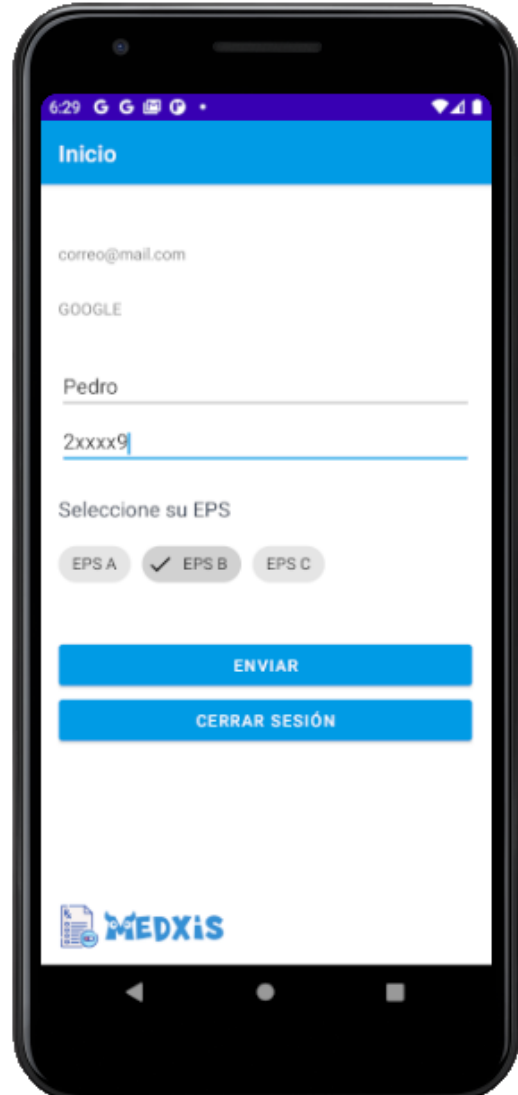


Figura 5.2b Llenado de los campos.

### 5.3. INVENTARIO

La ventana correspondiente al inventario está compuesta por la selección del tipo de medicamento junto con una breve descripción de cada uno, como se observa en la figura 5.3a. Una vez seleccionado el tipo de medicamento se despliega su inventario, donde se encuentra el nombre del medicamento y el número total de unidades disponibles. Adicionalmente esta ventana cuenta con los botones actualizar y continuar, donde el primero permite reflejar en pantalla los cambios presentados en la base de datos, si es el caso, y el segundo permite acceder a los dispensadores con unidades disponibles de acuerdo con el medicamento requerido, como se observa en la figura 5.3b y figura 5.3c.



Figura 5.3a Conceptualización de medicamentos genéricos y comerciales.



Figura 5.3b Inventario correspondiente a los medicamentos genéricos.



Figura 5.3c Inventario correspondiente a los medicamentos comerciales.

#### 5.4. DISPENSACIÓN

Los lugares con disponibilidad del medicamento requerido se muestran en la figura 5.4, donde se le suministra al usuario la información referente al número de existencias disponibles, nombre y dirección de los dispensadores pertenecientes a su EPS.

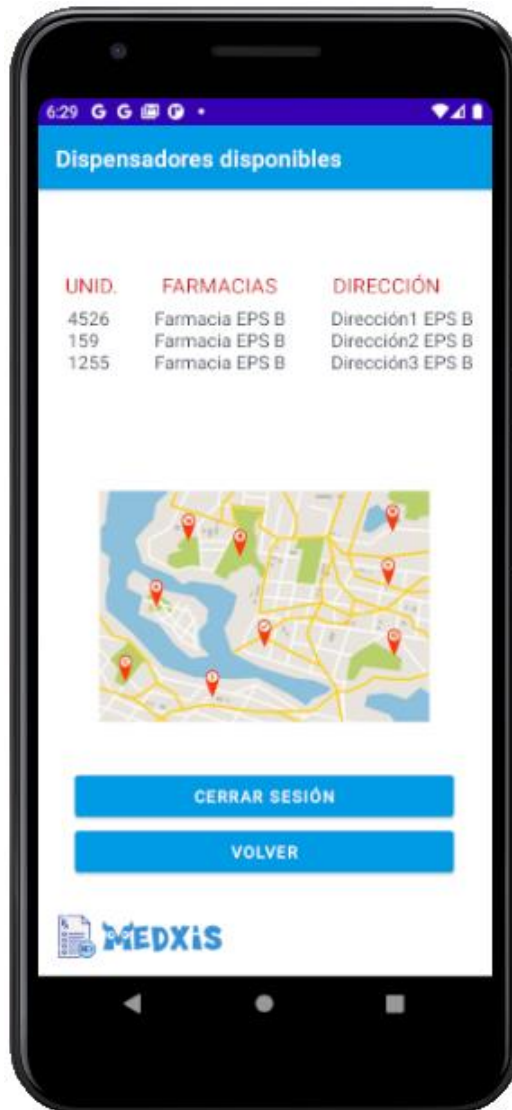


Figura 5.4 Sistema de dispensación y base de datos de las farmacias.

## 6. DISCUSIÓN

De acuerdo con la investigación, al lograr consultar con anticipación la disponibilidad de los medicamentos, así como el lugar donde se pueden reclamar, puede ayudar a los adultos mayores, y a la población en general, evitando la pérdida de tiempo, esfuerzo y gasto innecesario. Además, se puede evitar que las personas dejen de consumir sus medicamentos o tengan que comprarlos, al no encontrarlos en el sitio de dispensación de preferencia.

Por otro lado, permite evitar aglomeraciones y exposiciones innecesarias en los puntos de dispensación reduciendo focos de contagio de infecciones como COVID-19, común en esta época.

Por estos motivos, la utilización de este tipo de aplicaciones es fundamental para el progreso de la logística en el proceso de dispensación de medicamentos en Colombia. Siendo MEDXIS una opción viable para tratar esta problemática.

Evaluando la viabilidad del entorno de desarrollo, se destaca que la implementación en Android Studio es amigable debido al editor de diseño visual permitiendo agregar los distintos elementos a las ventanas, pero es necesario entender el lenguaje de programación para llevar a cabo las operaciones de estos elementos. Firebase ofrece variedad de herramientas para el desarrollo de aplicaciones, convirtiéndola en una excelente plataforma, aunque construir una base de datos de manera manual es una tarea bastante tediosa.

## **7. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS**

- Se recomienda realizar pruebas piloto de la aplicación MEDXIS en una Entidad Promotora de Salud (EPS) y evaluar el alcance e impacto en la optimización del proceso de dispensación de medicamentos.
- Se recomienda usar la función de Google Maps al momento de indicar los dispensadores disponibles, esto con el propósito de facilitar la ubicación e identificación de las direcciones de las farmacias.
- Se debe profundizar en el estudio y análisis de la logística hospitalaria y farmacéutica, así como en el desarrollo de aplicaciones web y móviles, para identificar los procesos a mejorar y tener una forma de hacerlo.

## 8. CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización de los procesos en una farmacia, principalmente en la dispensación de medicamentos, permitiendo la identificación de los factores a mejorar, siendo MEDXIS una posible solución para esto.
- Se realizó la construcción y desarrollo de una aplicación móvil para optimizar la entrega de medicamentos al usuario.
- Se desarrollo el modelo mediante la implementación de las herramientas tecnológicas Android Studio y Firebase.
- MEDXIS puede agilizar el procedimiento de consulta y entrega de medicamentos, mediante el enlace a Firebase.
- La funcionalidad desarrollada en MEDXIS permite que cualquier tipo de inventario pueda implementarse, siendo factible para la optimización de diferentes actividades en EPS y farmacias independientes en Colombia.

## REFERENCIAS

- [1] L. García and L. Llano, "Análisis del mercado de medicamentos en Colombia", *Universidad ICESI*, 2014. Available: [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/77621/1/teoria\\_fusiones\\_horizontales.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77621/1/teoria_fusiones_horizontales.pdf).
- [2] M. Colombia, "Páginas - Cifras de aseguramiento en salud", *Minsalud.gov.co*, 2021. [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/cifras-aseguramiento-salud.aspx>.
- [3] *Minsalud.gov.co*, 2021. [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PES/rendicion-cuentas-informe-gestion-2018.pdf>.
- [4] M. Colombia, "Glosario", *Minsalud.gov.co*, 2021. [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Glosario.aspx>.
- [5] M. Colombia, "Entrega de medicamentos a afiliados no podrá ser mayor a 48 horas", *Minsalud.gov.co*, 2021. [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/medicamentos-48-horas.aspx>.
- [6] *Minsalud.gov.co*, 2021. [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/ley-100-de-1993.pdf>.
- [7] E. Espectador, "Errores en la entrega de medicamentos, ¿un eterno problema?", *ELESPECTADOR.COM*, 2021. [Online]. Available: <https://www.elespectador.com/noticias/salud/errores-en-la-entrega-de-medicamentos-un-eterno-problema-articulo-901902/>.
- [8] C. Tiempo, "La negligencia sistemática de Medimás que le valió histórica sanción", *El Tiempo*, 2021. [Online]. Available: <https://www.eltiempo.com/salud/por-que-medimas-eps-recibio-la-multa-mas-alta-de-la-historia-por-la-supersalud-401780>.
- [9] *Salud Capital*, 2021. [Online]. Available: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Paginas/Establecimientosfarmacia.aspx>.
- [10] *Controlsanitario.gob.ec*, 2021. [Online]. Available: [https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/08/IE-D.2.2-EST-01.V.2.0\\_Funcionamiento\\_Farmacias\\_socializacion-1.pdf](https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/08/IE-D.2.2-EST-01.V.2.0_Funcionamiento_Farmacias_socializacion-1.pdf).
- [11] *Construyebien.com*, 2021. [Online]. Available: <https://www.construyebien.com/images/pdf/Instalaciones-sanitarias.pdf>.
- [12] A. Alfaro, A. Quirós and M. Rocha, "Errores detectados en la dispensación de medicamentos en un hospital público en Costa Rica", *Pharmaceutical Care La Farmacoterapia*, 2012. Available: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pharmaceutical/article/view/6549/6244>.
- [13] X. Bohand, L. Simon, E. Perrier, H. Mullot, L. Lefeuvre and C. Plotton, "Frequency, types, and potential clinical significance of medication-dispensing errors", *Clinics*, vol. 64, no. 1, pp. 11-16, 2009. Available: 10.1590/s1807-59322009000100003.
- [14] P. Nichols, T. Copeland, I. Craib, P. Hopkins and D. Bruce, "Learning from error: identifying contributory causes of medication errors in an Australian hospital", *Medical Journal of Australia*, vol. 188, no. 5, pp. 276-279, 2008. Available: 10.5694/j.1326-5377.2008.tb01619.x



- [15]R. Abaurre, P. García, M. Dolores, C. Arrebola, M. Gastelurrutia and F. Martínez, "Diseño y pilotaje de un proceso estructurado para el servicio de dispensación de medicamentos", *Elsevier*, 2014. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aprim.2014.01.005>.
- [16]*Docs.bvsalud.org*, 2021. [Online]. Available: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/03/980963/01\\_2017\\_editorial.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/03/980963/01_2017_editorial.pdf).
- [17]A. Pulido-Rojano, A. Pizarro-Rada, M. Padilla-Polanco, M. Sánchez-Jiménez and L. De-la-Rosa, "An optimization approach for inventory costs in probabilistic inventory models: A case study", *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 28, no. 3, pp. 383-395, 2020. Available: 10.4067/s0718-33052020000300383.
- [18]L. Bautista and J. Ovalle, "Implementación del sistema de inventario permanente en la ONG World Visión", *Revista Colombiana de Ciencias Administrativas 1*, vol. 1, pp. 46-55, 2019. Available: <http://cipres.sanmateo.edu.co/index.php/rcca>.
- [19]"Inventario - Concepto, tipos, ventajas, desventajas y ejemplos", *Concepto.de*, 2021. [Online]. Available: <https://concepto.de/inventario/>.
- [20]B. ERP, "Sistema de inventario", *Bind ERP*, 2021. [Online]. Available: <https://www.bind.com.mx/Glosario/Definicion/44-sistema-de-inventario>.
- [21]H. Guerrero Salas, *Inventarios, manejo y control*, 2nd ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2017.
- [22]L. Ramírez, D. Soto, M. Pérez and W. Gamez, "Aplicación de un modelo de inventarios multiproducto para las PYMES en Bogotá", *Revista Ingenio Libre*, 2009. Available: <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista9/articulos/Aplicacion-de-un-modelo-de-inventarios-multiproducto-para-las-PYES-en-Bogota.pdf>.
- [23]P. Figuera Vinué, *Optimización de productos y procesos industriales*. Barcelona: Grupo Planeta (GBS), 2006.
- [24]E. RAMOS MENDEZ and J. CARRILLO RUIZ, "Modelos y Métodos de Optimización", *Formacionpermanente.uned.es*, 2015. [Online]. Available: [https://formacionpermanente.uned.es/tp\\_actividad/idactividad/7320](https://formacionpermanente.uned.es/tp_actividad/idactividad/7320).
- [25]"Aplicación: definición, función y beneficios", *SERES University*, 2021. [Online]. Available: <https://seresuniversity.com/marketing/diccionario-de-marketing-digital/app/>.
- [26]J. Cuello and J. Vittone, *Diseñando apps para móviles*. José Vittone — Javier Cuello, 2013.
- [27]E. Amengual, A. Babiloni, M. Mascaró and P. Palmer, "Hacia un Marco de Desarrollo para Apps Móviles", *Universitat de les Illes Balears*, 2011. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Pere-Palmer-Rodriguez/publication/332551437\\_Hacia\\_un\\_Marco\\_de\\_Development\\_para\\_Apps\\_Moviles/links/5cbcd907299bf12097765ee9/Hacia-un-Marco-de-Desarrollo-para-Apps-Moviles.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pere-Palmer-Rodriguez/publication/332551437_Hacia_un_Marco_de_Development_para_Apps_Moviles/links/5cbcd907299bf12097765ee9/Hacia-un-Marco-de-Desarrollo-para-Apps-Moviles.pdf).
- [28]K. Schwaber, "Agile Project Management with Scrum", *Microsoft Press.*, 2011.
- [29]"Base de Datos - Concepto, tipos y ejemplos", *Concepto.de*, 2021. [Online]. Available: <https://concepto.de/base-de-datos/>.
- [30]V. Nevado, *INTRODUCCIÓN A LAS BASES DE DATOS RELACIONADAS*. Madrid: Vision Libros, 2010.
- [31]C. Amaya, M. Beaulieu, S. Landry, C. Rebolledo and N. Velasco, "Potenciando la contribución de la logística hospitalaria: tres casos, tres trayectorias", *Management international*, vol. 14, no. 4, pp. 85-98, 2010. Available: 10.7202/044661ar
- [32]Ó. Bernal, "La salud en Colombia: Logros, retos y recomendaciones", *Universidad de los Andes*, 2012. Available: <https://books.google.com.co/books?id=k9yiDwAAQBAJ>.
- [33]J. Arias, "Optimización de los horarios de entrega de medicamentos de la farmacia principal de un hospital de Bogotá", *Universidad de los Andes*, 2013. Available: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/20000/u671825.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- [34]D. Ferrer and L. Calvo, "Propuesta de mejoramiento de procesos en la farmacia de un hospital de alta complejidad en la ciudad de Cali", *Universidad Icesi*, 2014. Available: [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/77536/1/propuesta\\_mejoramamiento\\_procesos%20.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77536/1/propuesta_mejoramamiento_procesos%20.pdf).
- [35]"Prueban nuevo sistema de distribución de medicamentos", *Agencia de noticias*, 2018. [Online]. Available: <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/articulo/prueban-nuevo-sistema-de-distribucion-de-medicamentos.html>.
- [36]J. Parra, "Diseño de un sistema de información para el control de inventario de medicamentos en farmacias colombianas", *Universidad Católica de Colombia*, 2020. Available: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24987/1/625462-Parra-MedinaJE-TdG.pdf>.
- [37]M. Ramírez, "Modelo de optimización del sistema de inventarios de medicamentos y materiales médico-quirúrgicos de la clínica universitaria bolivariana", *Universidad Pontificia Bolivariana*, 2013. Available: <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/3055/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [38]M. Pinzón, "Optimización en los tiempos de espera para el proceso de dispensación de medicamentos en la IPS MEDICARTE S.A.", *Universidad Cooperativa de Colombia*, 2020. Available: [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/18442/2/2020\\_optimizacion\\_dispensacion\\_medicamentos.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/18442/2/2020_optimizacion_dispensacion_medicamentos.pdf).
- [39]L. Palacios, "Diagnóstico sobre el estado actual de centros de distribución de medicamentos y dispositivos médicos para la operación logística del sector salud en Colombia", *Universidad Militar Nueva Granada*, 2015. Available: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/7100/PALACIOS%20FLORIAN%20LEIDY%20MAYURI%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [40]J. Ramírez, "Diseño e implementación de un sistema de captura de datos por medio de código de barras, que permita automatizar la dispensación y mejorar el control de inventarios de la red de unidades renales de RTS S.A.S", *Universidad de Antioquia*, 2020. Available: [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17189/6/RamirezJuan\\_2020\\_CapturaCodigoBarras.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17189/6/RamirezJuan_2020_CapturaCodigoBarras.pdf).
- [41]P. Benavides, J. Cuaspué and C. López, "Dispensador automático de medicamentos sólidos para pacientes mediante uso de sistemas embebidos", *Universidad Marian*, 2020. Available: <http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/2388>.
- [42]"MockFlow - Wireframe Tools, Prototyping Tools, UI Mockups, UX Suite, Remote designing", *Mockflow.com*, 2021. [Online]. Available: <https://www.mockflow.com/>.
- [43]"Creador de logos | Crear gratis un diseño de logo único | Tailor Brands", *Tailor Brands*, 2021. [Online]. Available: <https://www.tailorbrands.com/es/logo-maker>.
- [44]"Download Android Studio and SDK tools | Android Developers", *Android Developers*, 2021. [Online]. Available: <https://developer.android.com/studio>.
- [45]"Firebase", *Firebase*, 2021. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/?hl=es>.
- [46]"Add Firebase to your Android project", *Firebase*, 2021. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/android/setup>.
- [47]"Get Started with Firebase Authentication on Android", *Firebase*, 2021. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/auth/android/start>.
- [48]"Cloud Firestore | Firebase", *Firebase*, 2021. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs/firestore>.

## ANEXOS

### Anexo 1

+ Iniciar colección	+ Agregar documento	+ Iniciar colección
Farmacias >	EPS A >	+ Agregar campo
Medicamentos comerciales	EPS B	Dirección1: "Dirección1 EPS A"
Medicamentos genéricos	EPS C	Dirección2: "Dirección2 EPS A"
		Dirección3: "Dirección3 EPS A"
		Nombre1: "Farmacia EPS A"
		Nombre2: "Farmacia EPS A"
		Nombre3: "Farmacia EPS A"
		Unidades1: "1034"
		Unidades2: "567"
		Unidades3: "984"
		Unidadesc1: "1000"
		Unidadesc2: "688"
		Unidadesc3: "1100"

Base de datos correspondiente a las farmacias de las EPS. Cada EPS contiene los mismos campos que se observa en la EPS A.

## Anexo 2

<b>+ Iniciar colección</b>	<b>+ Agregar documento</b>	<b>+ Iniciar colección</b>
Farmacias	Registro >	<b>+ Agregar campo</b>
Medicamentos comerciales >		Cantidad1: "3000"
Medicamentos genéricos		Cantidad10: "2485"
		Cantidad2: "4500"
		Cantidad3: "3150"
		Cantidad4: "258"
		Cantidad5: "1300"
		Cantidad6: "6045"
		Cantidad7: "17"
		Cantidad8: "9100"
		Cantidad9: "781"
		Medicamento1: "Tylenol"
		Medicamento10: "Naprosyn"

Base de datos correspondiente a los medicamentos comerciales. Cuenta con los campos de número de existencias o cantidad y nombre del medicamento.

### Anexo 3

<b>+ Iniciar colección</b>	<b>+ Agregar documento</b>	<b>+ Iniciar colección</b>
Farmacias	Registro >	<b>+ Agregar campo</b>
Medicamentos comerciales		Cantidad1: "5000"
<b>Medicamentos genéricos &gt;</b>		Cantidad10: "3100"
		Cantidad2: "7000"
		Cantidad3: "8568"
		Cantidad4: "3400"
		Cantidad5: "5700"
		Cantidad6: "1550"
		Cantidad7: "3425"
		Cantidad8: "957"
		Cantidad9: "1300"
		Medicamento1: "Acetaminofén"
		Medicamento10: "Naproxeno"

Base de datos correspondiente a los medicamentos genéricos. Cuenta con los campos de número de existencias o cantidad y nombre del medicamento.