



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL Y  
DISPOSITIVO PARA RECORDATORIO DE TOMA DE  
PASTILLAS DE ADULTOS MAYORES”

**INFORME DE MATERIA INTEGRADORA**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA EN COMPUTACIÓN**

JANINA LIZBETH COSTA CAMPUZANO

SIANNA PAOLA PUENTE CASTRO

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

## AGRADECIMIENTOS

Los más sinceros agradecimientos a mi familia y amigos que estuvieron apoyándome a lo largo de todo el camino. A mis padres por siempre quererme, apoyarme y brindarme lo mejor dentro de sus posibilidades, a mi abuelita querida gracias por su apoyo, consejos y amor incondicional.

A mi mejor amiga, Katherine gracias por tus consejos, por escucharme durante todos estos años y por estar ahí en los momentos difíciles, eres mi hermana.

Por último, pero no menos importante, a mis amigas Sianna, Stephy, Cindy y Kattya, les agradezco su amistad durante estos últimos años, en el poco tiempo de conocernos se convirtieron en un apoyo importante en mi vida, gracias por esos bonitos momentos dentro y fuera de la U, juntas pasamos por momentos muy felices y un poco difíciles, pero espero siempre sepan que pueden contar conmigo para lo que sea, las quiero mucho.

### **Janina Costa**

Los más sinceros agradecimientos a mis padres por estar junto a mí siempre a lo largo de esta importante etapa de mi vida, que he culminado con gran esfuerzo y esmero. A mis abuelitos por brindarme su cariño y apoyo en mis estudios, especialmente a mi abuelita querida Blanca Chávez, que gracias a ella surgió el tema de mi tesis y que se pudo llevar a cabo con gran éxito.

También a mi enamorado Italo Esparza por regalarme un poco de su tiempo para apoyarme y colaborar en este proyecto, gracias a tus conocimientos y paciencia, mi proyecto se completó a cabalidad. Sos grande amor!.

Y por último no está demás agradecerles a mis amigas, Janina y Stephy por esos largos y bonitos dos años juntas como computacionales en la universidad, aguantarnos y disfrutado cada momento juntas con las chicas Kattya, Cindy y Angely. Las quiero mucho.

### **Sianna Puente**

## DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado especialmente a mi familia. A ti papá por siempre apoyarme en todo, porque desde pequeña me impulsaste a estudiar y ser una profesional, pero sobre todo te agradezco que estés siempre presente en mi vida, quiero que sepas que este logro es tan tuyo como mío porque no estuviera hoy aquí de no ser por ti; mamá tú que te desvelaste varias noches conmigo, por cuidarme, por todo tu cariño, por aguantarme en los momentos difíciles y con tus ánimos levantarme siempre que pensaba que ya no tenía fuerzas para hacerlo, eres el motor de mi vida mamita. Ñañita eres la motivación más grande de mi esfuerzo y de siempre querer buscar lo mejor para ti, alegras mi vida con tu infinito cariño y ternura, eres la que siempre me hace reír sin importar los problemas. En memoria de tía Luz Victoria que, aunque ya esté con Dios, siempre está presente en mi corazón en cada paso importante que doy.

### **Janina Costa**

El presente proyecto va dedicado a mi abuelita porque fue la inspiración de este proyecto, pensando en una solución y beneficio para ella. En especial a mis padres, por haberme formado como persona y profesional a lo largo de mi carrera que me permitió llegar hasta aquí. Y muy muy en especial a mi mamá por sus consejos, cariño, apoyo y haber confiado en mí, en que su pequeña niña ya es Ingeniera. Por último, a mi ñaña por estar presente en mi vida apoyándome en lo que más necesitaba, compartiéndome sus conocimientos que fueron muy útiles para finalizar mi proyecto, y no olvides que te quiero.

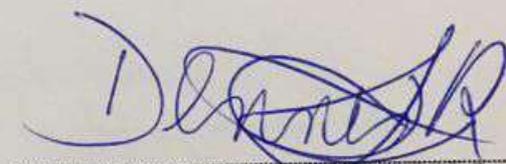
### **Sianna Puente**

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN



---

**Boris Vintimilla B., PhD.**  
PROFESOR EVALUADOR

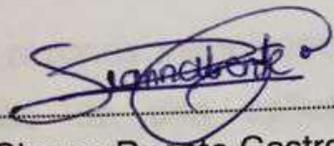


---

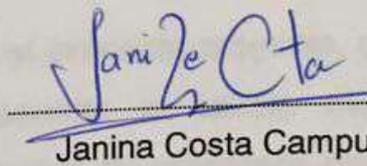
**PhD. Dennis Romero L., PhD.**  
PROFESOR EVALUADOR

## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Sianna Puente Castro



Janina Costa Campuzano

## RESUMEN

Los adultos mayores debido a su edad sufren casos de pérdida de memoria muy seguido, razón por la cual frecuentemente olvidan tomar sus medicamentos en las horas indicadas por el médico. Esto es un problema muy grave para la salud del adulto mayor, debido a que se pueden producir dos situaciones: que olvide tomar el medicamento en la hora exacta, o que lo tome y luego olvide haberlo hecho, e ingiera una sobredosis, siendo ambos casos perjudiciales a la recuperación del adulto mayor.

Los adultos mayores necesitan que alguien les recuerde constantemente tomar sus medicamentos, pero no siempre tienen un familiar cerca de ellos que puedan recordarles tomar su medicina.

Por las razones mencionadas, se llevó a cabo el presente proyecto, que plantea el desarrollo de una aplicación móvil que permite al adulto mayor registrar medicamentos y programar alarmas, con el objetivo de recordarle cuándo debe de tomar sus medicinas. Se debe tomar en cuenta que las personas mayores de 60 años no son muy diestros en el manejo de un smartphone, por eso el aplicativo debe ser usable y de fácil manejo para un adulto mayor.

De forma complementaria, se implementó un dispositivo electrónico que permite organizar y clasificar los medicamentos en tres momentos diferentes del día: desayuno, almuerzo y cena. En este sentido, tomando en cuenta que el adulto mayor puede olvidar tomar el medicamento a pesar de haber apagado la alarma, el dispositivo deberá reconocer si el adulto mayor extrajo o no el medicamento del compartimiento.

Como resultado final, se obtiene una aplicación móvil intuitiva, usable y de fácil manejo, diseñada bajo directrices de diseño que considera las limitaciones que puedan tener los adultos mayores. El adulto mayor cuenta también con un dispositivo electrónico que permite colocar los medicamentos, mostrar por medio de un indicativo visual (led), en cuál de las tres secciones (desayuno, almuerzo, cena) se encuentra la pastilla que le toca tomar, y reconocer cuándo el medicamento fue retirado de su compartimiento.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN .....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA .....	v
RESUMEN .....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
CAPÍTULO 1 .....	9
1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA .....	9
1.1    Introducción.....	9
1.2    Definición del problema .....	10
1.3    Grupo de usuarios a tratar.....	10
1.4    Objetivos .....	10
1.4.1    Objetivos Generales.....	10
1.4.2    Objetivos Específicos.....	11
1.5    Justificación del proyecto .....	11
1.5.1    ¿Por qué es importante tomar los medicamentos en las horas recetadas?.....	12
1.5.2    ¿Por qué es importante la aplicación para el adulto mayor? 13	
1.5.3    Observación del usuario .....	13
1.5.4    Conclusión de la observación del usuario.....	14
CAPÍTULO 2 .....	19
2. METODOLOGÍA Y SOLUCIÓN .....	19
2.1    Metodología .....	19
2.1.1    Adquisición de información.....	19
2.1.2    Diseño de módulos .....	20
2.2    Solución.....	24

CAPÍTULO 3 .....	37
3. PRUEBAS Y RESULTADOS .....	37
3.1 Pruebas.....	37
3.1.1 Aplicación Móvil .....	37
3.1.2 Dispositivo .....	40
3.1.3 Integración.....	41
3.2 Resultados .....	42
3.2.1 Aplicación Móvil .....	42
3.2.2 Dispositivo .....	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	36
BIBLIOGRAFÍA .....	46
ANEXOS.....	48

# CAPÍTULO 1

## 1. ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se muestra un análisis exhaustivo del problema, se define el usuario, objetivos, justificación del proyecto, trabajos similares y la solución que se propone para resolver el problema.

### 1.1 Introduucción

Frecuentemente los adultos mayores pasan gran parte de su tiempo visitando al médico y recibiendo recetas médicas de acuerdo con los diferentes problemas de salud (corazón, hígado, azúcar, presión, u otros) que presenten; ellos deben tomarse estrictamente las pastillas en los horarios establecidos por el doctor; pero no siempre ocurre así.

La memoria va desgastándose a lo largo del ciclo de vida y con mayor rapidez después de los 45 años, como efecto natural del proceso del envejecimiento [1]; razón por la cual en los adultos mayores se presenta con mayor regularidad casos de pérdida de memoria, ésta es una de las mayores amenazas que sufre el cerebro cuando envejece [2].

Debido a esto, el presente proyecto propone realizar un exhaustivo análisis de la problemática en el Capítulo 1, empezando por la definición del problema, el rango de edad del adulto mayor para el estudio, estableciendo objetivos y la respectiva justificación; donde se da a conocer las causas del problema que está fundamentado en entrevistas e investigación literaria, todo esto se describe en las secciones del 1.2 al 1.5.

Para tratar de solucionar el problema analizado, es importante realizar la respectiva revisión de literatura, investigando las soluciones existentes en el mercado, que permita analizar las ventajas y desventajas que posiblemente podría ser de beneficio para el presente proyecto; todo esto se encuentra en la sección 1.6, con toda la información recopilada; en la sección 1.7 se menciona la solución propuesta de manera general.

En el capítulo 2 se describe el proceso metodológico y los pasos que se realizan para implementar la solución; en el Capítulo 3 se detallan las pruebas realizadas en el aplicativo móvil y dispositivo; y los resultados obtenidos en el proyecto, así mismo conclusiones y recomendaciones.

## 1.2 Definición del problema

La mayoría de adultos mayores olvidan cuando deben tomar sus medicinas y esto puede producirse en dos situaciones: que no la tomen o que tomen una dosis extra cuando ya una fue tomada anteriormente, como se ve en la Figura 1.1. Esto representa un gran problema para la recuperación de la persona, aún más grave, cuando se excede el consumo de los medicamentos [3].



Figura 1.1: Definición gráfica del problema.

## 1.3 Grupo de usuarios a tratar

El proyecto está enfocado principalmente en los adultos mayores, de 60 a 75 años; y como usuarios secundarios los responsables de los adultos mayores, es decir familiares o cuidadores.

## 1.4 Objetivos

### 1.4.1 Objetivos Generales

- Desarrollar una aplicación móvil que permita recordar a los adultos mayores cuando deben tomar sus medicamentos por medio de alarmas.

- Desarrollar una aplicación móvil que sea usable y de fácil uso para una persona de la tercera edad.
- Elaborar un dispositivo para que el adulto mayor pueda organizar sus medicamentos y así mismo proporcionarle un aviso del medicamento a tomar.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Programar alarmas para uno o varios medicamentos.
- Organizar los medicamentos por día en el dispositivo con la ayuda del aplicativo.
- Monitorear el registro de medicamentos tomados de un adulto mayor con la supervisión de un tercero.

### **1.5 Justificación del proyecto**

Los adultos mayores a veces olvidan tomar a las horas indicadas sus medicamentos o caso contrario pueden olvidar que ya lo han tomado y terminar ingiriendo una sobredosis, esto se produce porque en esa edad se presenta con mayor frecuencia pérdida de memoria, ésta es una de las mayores amenazas para el cerebro cuando envejece; pueden darse por enfermedades como Alzheimer, el deterioro cognitivo leve, las lesiones vasculares, el efecto de fármacos o drogas y los trastornos emocionales [2].

Está estadísticamente comprobado por la Organización Mundial de la Salud que las personas mayores de 65 años consumen el 25% más de medicamentos de las prescripciones médicas. Si esta corriente continua, se calcula que llegará al 40% en 2020 [4].

Existe otro punto importante, es sobre los efectos secundarios al ingerir demás los medicamentos, porque los adultos mayores suelen tomar dos tipos de medicinas que tienen un alto potencial de generar adicción tales como: los opioides que se utilizan para controlar el dolor y las benzodiazepinas que se utilizan para tratar la ansiedad, los ataques de pánico o el insomnio. A pesar de que son medicados con receta, si se lo ingiere por un largo tiempo genera adicción [5].

Finalmente, no es de sorprender que los adultos mayores presenten la mayor susceptibilidad a complicaciones por exceso de medicinas, interacciones medicamentosas graves e impedimentos cognitivos que afectan sus actividades cotidianas. Y todo esto ocurre debido a la dificultad en administrar los medicamentos, que es la razón principal por la que muchas personas mayores pasan de una vida independiente a una vida en instituciones de atención médica. Otro factor puede suceder es que el personal médico no recibe instrucción apropiada en geriatría para comprender de lleno las complejas necesidades de salud de los adultos mayores [6].

Por otro lado, existen testimonios del porqué también olvida tomarse las pastillas, es debido a que tienen varios medicamentos que tomar durante el día y asumen ya haberla tomado, cuando realmente fue de otra receta distinto. Otro caso menciona que tienen muchas cosas por hacer, les toca salir muy seguido de su casa, por lo tanto, les resulta difícil controlar a qué hora debe tomar su pastilla. También afirman tener inconvenientes en comprender la receta médica y les resulta complicado recordar que deben tomarla.

### **1.5.1 ¿Por qué es importante tomar los medicamentos en las horas recetadas?**

- Cada medicamento tiene distintas características de absorción en el estómago [7]. Dependiendo de las características, el médico recomienda tomarlo a la hora indicada que el estómago pueda absorberlo, ya que algunos medicamentos son muy fuertes para el estómago o traen efectos secundarios y se deben tomar con mayor cuidado.
- Cada medicamento tiene una vida media dentro del organismo [7]. Se conoce de forma exacta cuánto dura la acción y cuándo termina la vida útil de cada medicamento en el organismo.
- Cada medicamento tiene su función determinada en cada organismo[8].
- Es importante recordar que cada medicamento tiene su farmacocinética, es decir depende de su mecanismo de acción, el

estado del paciente que lo ingiere, la dosis y vía de administración [9]. Para lograr el tratamiento, debe permanecer el medicamento en sangre en ciertas dosis y se lo logra administrándolo en las horas convenientes. Por todo esto, es realmente necesario que el adulto mayor ingiera los medicamentos en los horarios indicados por el médico.

### 1.5.2 ¿Por qué es importante la aplicación para el adulto mayor?

- El adulto mayor necesita que se les recuerde tomar los medicamentos sobre todo en las horas indicadas por el médico, recordar si ya tomó la dosis necesaria en un día para evitar ingerir una sobredosis.
- Los entrevistados afirmaron poseer un conocimiento básico acerca del manejo de tecnologías móviles.
- Las soluciones existentes no garantizan que el adulto mayor haya tomado el medicamento realmente, sólo da una señal de recordatorio.

### 1.5.3 Observación del usuario

Para la observación del usuario se realizaron entrevistas, que confirmen que verdaderamente los adultos mayores tienen este problema; debido a que los usuarios son personas de la tercera edad, las entrevistas presenciales era la forma más indicada de obtener la información. La entrevista (ver Anexo 1: *Formulario de la Entrevista 1*) está desarrollada de tal manera que no sobrepase un tiempo de 10 minutos y está conformada de seis preguntas, sobre los problemas que tienen al tomar la medicación a las horas prescritas por el médico. El total de los entrevistados fueron tres personas que cumplían con el perfil de los usuarios de adultos mayores, es decir hombres o mujeres mayores de 60 años.

**Entrevistado 1:** El primer usuario entrevistado fue una señora de 63 años, ella manifestó que efectivamente tenía problemas para recordar tomar sus pastillas para la presión arterial, medicina que debe tomar estrictamente cada 24hrs. Mencionó que diariamente su hija (persona con quien vive) le debe recordar tomar su medicina, pero ha ocurrido un par de veces cuando se ha quedado sola que ha olvidado tomar su

medicación, y lo recuerda sólo porque empieza a sentirse enferma; generalmente empieza con dolor de cabeza. Ella asegura que a su edad se le olvidan ciertas cosas y en ocasiones le ha tocado recurrir a las alarmas del celular para acordarse.

**Entrevistado 2:** Otro usuario diferente, una señora de 65 años nos comentó que debe tomar tres pastillas diarias, además reconoció que es una molestia para ella tener que recordar cuándo tomar sus medicamentos, entonces otra persona es quien se encarga de avisarle. Aun así, hay ocasiones en que no toma su medicación porque la persona responsable lo olvida. Ella nos contó que se ha equivocado en tomar la dosis correcta porque ha tenido problemas para entender bien las recetas. Manifestó que tiene una manera o estrategia para recordar la medicación, consiste en anotar los nombres de los medicamentos en un tablero, cada vez que inicia un tratamiento.

**Entrevistado 3:** El tercer entrevistado fue un señor de 65 años, familiar de una de nuestras compañeras de clases. Aunque él sólo debe tomar una pastilla diaria, con frecuencia se olvida de hacerlo, mencionó que como tiene muchas cosas por hacer, le toca salir muy seguido de su casa por lo tanto le resulta difícil controlar a qué hora debe tomar su pastilla. Confesó que en un par de ocasiones tomó más de la dosis recetada, porque se le olvidó que ya la había tomado ese día o porque no comprendió bien cómo debe tomar el medicamento, además señaló que a veces necesitaba la ayuda de otra persona para que le recuerde lo que debe de tomar.

#### **1.5.4 Conclusión de la observación del usuario**

De las entrevistas realizadas, se obtuvo información significativa; del primer entrevistado se puede observar que todo el tiempo depende de una persona que le recuerde tomar sus medicamentos, debido a que son vitales para su salud y por ningún motivo debe dejar de ingerir, además, de comentar que utilizan la alarma del celular como recordatorio; del segundo entrevistado se obtuvo que alguna vez

existió equivocación de medicamentos, debido a confusión en las recetas, también mencionó que utiliza un método de recordatorio, que consiste en anotar los nombres de las pastillas y horarios en un tablero visible para ella; por último, del tercer entrevistado se tiene que ocasionalmente olvida tomar sus medicamentos, o por el contrario olvidado que ya los ha tomado, razón por la cual ingirió una sobredosis.

### 1.6 Trabajos similares

De las aplicaciones que existen en el mercado, las más destacadas fueron las siguientes:

**MedWatcher:** Es una aplicación de tipo médica para adultos mayores (Figura 1.2), que permite guardar la información de medicamentos y vacunas haciendo una lista de los medicamentos que se deben de consumir. Pero su objetivo principal es rastrear y reportar los efectos secundarios de las medicinas, de tal manera que los doctores tengan conocimiento de los síntomas que van sufriendo los pacientes [10].



Figura 1.2: Aplicación MedWatcher.

**Pillboxie:** es una herramienta útil para administrar los medicamentos y programar los días que tiene que tomar cada pastilla [11]. Permite llevar un historial por si olvida que ya ha tomado su medicación, además de poder compartirlo con otras personas (Figura 1.3). La alarma funciona incluso si el celular está apagado y no requiere conexión a internet. Disponible para iOS.



**Figura 1.3: Aplicación PillBoxie.**

**MediSafe:** es otra aplicación móvil para llevar un control de medicamentos con sus respectivos horarios (Figura 1.4). Además de permitir llevar el historial por si para saber si ya ha tomado su medicación, da información de los puntos cercanos donde se puede conseguir esa medicación; pero además esta aplicación permite sincronización con Smartwatch con Android Wear [12], esta opción es muy útil para las personas que no suelen tener el celular con ellos todo el tiempo, esta aplicación se encuentra disponible para Android.



**Figura 1.4: Aplicación MediSafe.**

**Mi Pillbox:** Aplicación móvil diseñada para rastrear adecuadamente los medicamentos. Tiene la peculiaridad de que se pueden crear varias cuentas en la misma aplicación, cuenta con 12 diferentes imágenes de medicamentos que sirven como avatares para diferenciar o identificar cada pastilla, así mismo se puede elegir entre 9 colores diferentes; permite programar las alarmas diariamente, semanalmente o mensualmente (Figura 1.4); además, muestra el historial en una hoja de Excel que se puede mandar a imprimir desde la aplicación [13].



**Figura 1.4: Aplicación Mi Pillbox.**

- **Pros y Contras**

La mayoría de las aplicaciones mencionadas no se centran en el usuario, con una interfaz compleja y acciones que no son acordes con la motricidad de un adulto mayor, además, las funcionalidades no son intuitivas, por ejemplo, *My Pillbox*; para establecer la alarma requiere de varios pasos, que añaden muchas funcionalidades innecesarias provocando confusión en el adulto mayor. También, algunas son de bajo alcance; no abarca la mayoría de los usuarios debido a que están restringido para dispositivos IOS (*Pillboxie*). Por último, se encuentran en el idioma inglés.

Por otro lado, cabe rescatar que las aplicaciones existentes tienen ciertas funcionalidades interesantes que son importantes tener en cuenta:

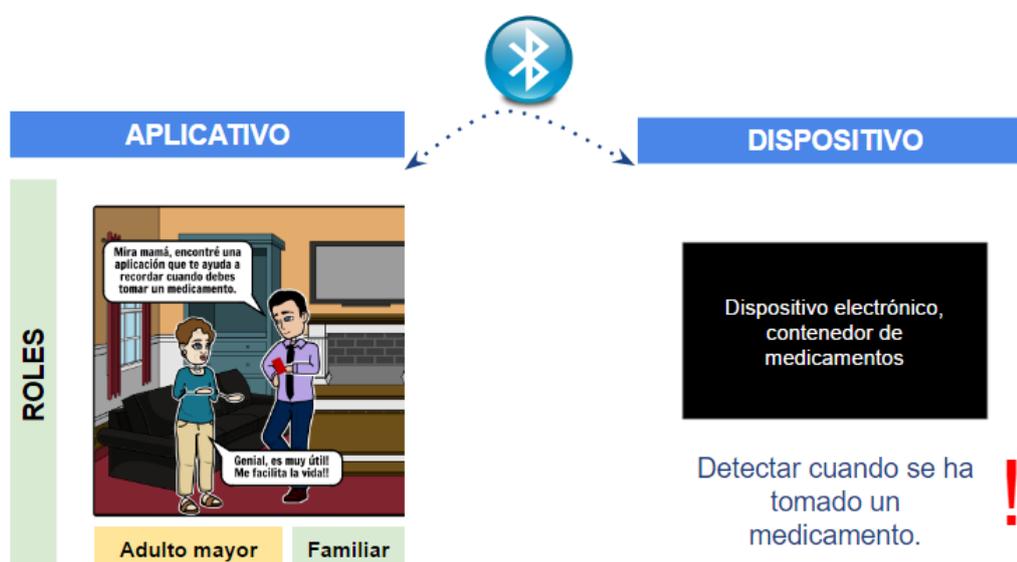
- Registrar la información del medicamento y los efectos secundarios (MedWatcher).
- Establecer recordatorios para indicar cuando le quedan pocas dosis y debe adquirir más. (Medisafe).

## **1.7 Solución Propuesta**

En base a la justificación menciona en la sección 1.5, es claro que es importante el uso racional de los medicamentos; por estas razones se quiere beneficiar a los adultos mayores con una aplicación móvil que les ayude a recordar mediante alarmas cuando deben tomarse las pastillas. Además, que un familiar pueda vigilar si han cumplido estrictamente las indicaciones del médico, por medio de la misma aplicación, pero con un perfil distinto que analiza el estado de sus padres o familiar cercano, tomando en cuenta que los

adultos mayores pueden olvidar usar el sistema y el familiar responsable estaría pendiente.

Por último, para garantizar que el adulto mayor haya tomado la pastilla, se dispondrá de un dispositivo electrónico que permitirá organizar los medicamentos día a día, este dispositivo estará dividido en 3 secciones: desayuno, almuerzo, cena. Y por medio de un indicador visible (led) se mostrará la sección correspondiente al momento del día. Además, el dispositivo deberá detectar cuando el medicamento fue extraído, y realizar la respectiva validación de que ya fue tomado. La sincronización del dispositivo con la aplicación móvil será por medio de una conexión bluetooth.



**Figura 1.5: Esquema que representa la conexión entre los aplicativos.**

La Figura 1.5 representa el esquema de la solución propuesta, consta de tres módulos: Aplicativo Móvil, Dispositivo y Conexión entre los dos módulos anteriores. El aplicativo móvil es manejado por el adulto mayor y un familiar; que representa los roles. El dispositivo corresponde a un pastillero que contiene tres compartimientos y leds que indicarán la sección en la que se encuentra el medicamento.

## CAPÍTULO 2

### 2. METODOLOGÍA Y SOLUCIÓN

A lo largo de este capítulo se detallan los métodos utilizados para la elaboración del proyecto, aquí se describe todo el proceso desarrollado hasta obtener la solución del producto final. La metodología y solución se han dividido en cuatro etapas:

1. Adquisición de información
2. Diseño de módulos
3. Implementación de módulos
4. Integración de módulos

Las etapas 1 y 2 corresponden a la metodología aplicada en el proyecto y las etapas 3 y 4 a la solución.

#### 2.1 Metodología

##### 2.1.1 Adquisición de información

En la primera etapa de la metodología, se elaboraron dos entrevistas a personas entre 60 y 75 años de edad; éstas tenían como objetivo recopilar la mayor cantidad de información significativa para establecer las bases del proyecto y conocer cuáles son los requerimientos necesarios. La primera entrevista, detallada en la sección 1.5.3, tenía el propósito de justificar la necesidad del proyecto y su elaboración. En una segunda entrevista, se tiene como objetivo obtener requerimientos del proyecto, conocer qué necesidades tienen los adultos mayores para organizar sus medicamentos, la cantidad de medicamentos, el lugar donde los guardan, tamaño de dispositivo y compartimientos. La entrevista (ver Anexo 2: Formulario de la Entrevista 2) está desarrollada de tal manera que no sobrepase un tiempo de 10 minutos y está conformada de diez preguntas. El total de los entrevistados en

esta segunda entrevista, fueron diez personas que cumplían con el perfil de los usuarios de adultos mayores.

Con la información recopilada en las entrevistas se obtuvo los requerimientos necesarios para la aplicación móvil y el dispositivo para uso de los adultos mayores.

**Para el dispositivo:**

- ✓ Todos los entrevistados afirmaron que olvidan tomar sus medicamentos, o se han equivocado con las dosis.
- ✓ Toman un promedio de 4 pastillas diarias.
- ✓ No toman pastillas que tocan en la madrugada.
- ✓ Planificación diaria de medicamentos.
- ✓ Afirmar que muchas veces sus familiares no quieren o pueden ayudarlos.
- ✓ Los medicamentos se ubican en el comedor y/o dormitorio.
- ✓ Afirmar no haber sufrido efectos secundarios por los medicamentos.

**Para la aplicación móvil:**

- ✓ Permita organizar los medicamentos diariamente.
- ✓ Permita que el familiar del adulto mayor supervise si se están tomando los medicamentos correctamente.
- ✓ Permita guardar los medicamentos y las recetas médicas.
- ✓ Permita agregar alarmas para recordar los medicamentos.
- ✓ Permita visualizar los medicamentos que tocan tomar en un día.

### **2.1.2 Diseño de módulos**

Como se mencionó en la sección 1.8.1 del Capítulo I, el proyecto consta de tres módulos: Aplicativo Móvil, Dispositivo y Conexión, en esta sección se describen detalladamente cada uno de ellos.

### **Aplicativo móvil**

La aplicación móvil permite a los usuarios (adultos mayores y familiares) poder llevar un control de las indicaciones médicas. Tiene como objetivo recordar por medio de alarmas los horarios en los que los medicamentos deben ser tomados. Como el usuario principal son personas que sobrepasan los 60 años, debe contar con una interfaz amigable y usable que les resulte intuitivas a personas de la tercera edad.

Permite guardar cada medicamento que debe tomar, mediante un formulario de registro, así mismo, almacenar fotos de las recetas médicas. Además, que un responsable del adulto mayor por medio de un perfil diferente pueda monitorear y conocer si se cumplen las prescripciones médicas correctamente.

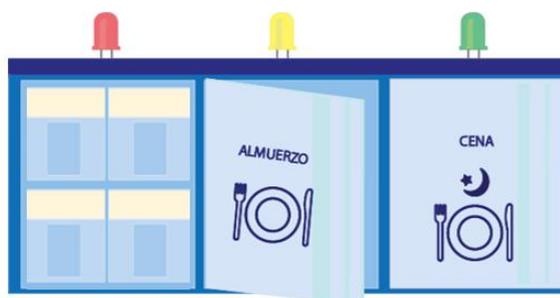
Para la elaboración del aplicativo móvil se utiliza el IDE Android Studio para smartphones con sistema operativo Android; además se utiliza la librería *android.bluetooth.\** del paquete de Android para la conexión de bluetooth.

### **Dispositivo**

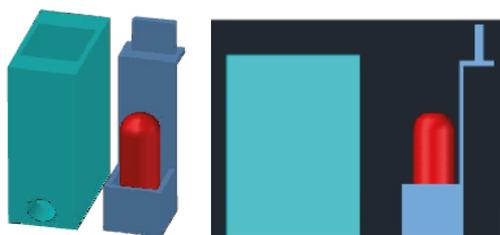
El dispositivo debe permitir almacenar los medicamentos que toman los adultos mayores, como se aprecia en la adquisición de información de la sección 2.1.1, la organización de las medicinas se realiza diariamente, la mayoría de adultos mayores afirmaron que cada mañana revisan sus recetas para recordar los medicamentos que corresponde a ese día; además, que no suelen levantarse en la madrugada para tomar medicamentos por lo que hacen que sus horarios coincidan mientras están despiertos. Por todas las razones mencionadas, se propuso que el contenedor de medicamentos cuente con tres compartimientos, uno para cada momento del día: desayuno, almuerzo, cena.

El dispositivo que se encuentra sincronizado con el aplicativo móvil, cuenta con indicadores visuales (leds) de diferentes colores para representar el compartimiento del momento del día (Figura 2.1), cuando la alarma en el celular se active, el led correspondiente también se enciende para señalar qué medicamento debe de tomar; una vez que el adulto mayor ha tomado la pastilla, el dispositivo valida, y envía a la aplicación un aviso de que la medicina ya fue tomada y se agrega automáticamente en el registro correspondiente de medicamentos tomados.

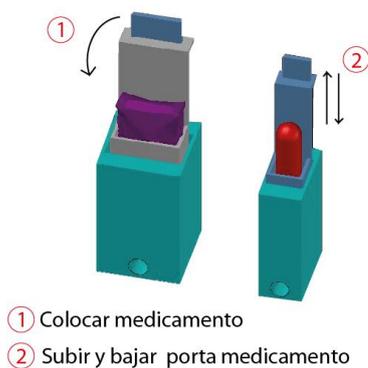
Además, cada sub-compartimiento permite almacenar los medicamentos de tamaño estándar. Cada medicamento debe ser guardado en la porta pastilla (Figura 2.2) y colocado dentro del sub-compartimiento correspondiente, como se puede observar en la Figura 2.3. Las dimensiones de cada compartimiento son de 7,5x9x3,5 cm, y total del dispositivo tiene una medida de 32,5x9,5x10 cm. Para el diseño del modelado del dispositivo se utilizaron las herramientas Adobe Illustrator CS6 y AutoCAD 2016.



**Figura 2.1: Prototipo para el dispositivo de almacenamiento de pastillas.**



**Figura 2.2: Vistas del sub-compartimiento y porta pastillas.**



**Figura 2.3: Funcionamiento de la porta pastillas.**

El dispositivo consta de dos partes: la primera parte es donde se ubica los medicamentos en los compartimientos correspondientes, y la otra parte corresponde a la base donde contiene la parte electrónica, es decir, se encuentran los leds y foto resistores por cada compartimiento para controlar si el adulto mayor tomó la pastilla.

### **Conexión**

Para enviar y recibir los datos entre el aplicativo móvil y el pastillero se utiliza un módulo Bluetooth hc-05 que está conectado a un Arduino Mega y los respectivos componentes electrónicos para detectar cuando el adulto mayor toma una pastilla.

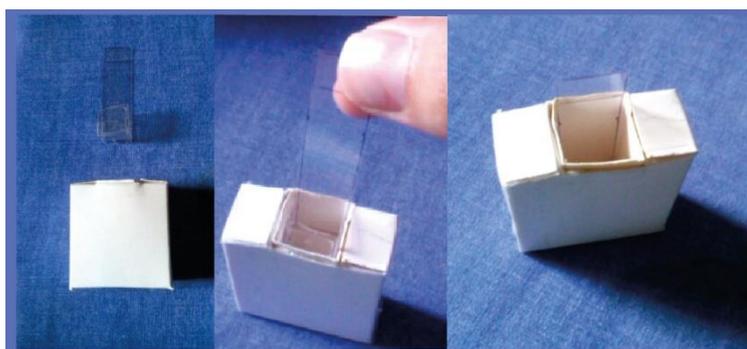
Para garantizar la durabilidad de la batería del dispositivo y del celular, solo se establece conexión cuando suene la alarma. Esto quiere decir que, el aplicativo móvil envía la señal que se active el led del momento del día, y así mismo solo se recibe señal de los foto-resistores que están siendo ocupados; esto ocurre cuando un medicamento le obstruye la luminosidad del led en él. Posteriormente, se verifica que un medicamento ha sido extraído del compartimiento para avisarle al aplicativo que el medicamento ya fue tomado.

## 2.2 Solución

En esta sección, se describe el procedimiento de la implementación de cada uno de los módulos del proyecto. Como se ha mencionado anteriormente son tres: *Dispositivo* que es la parte tangible y electrónica del proyecto, *aplicación móvil* que es el medio con el que los adultos mayores interactúan con el dispositivo, y por último *conexión* que se encarga de comunicar los módulos anteriores.

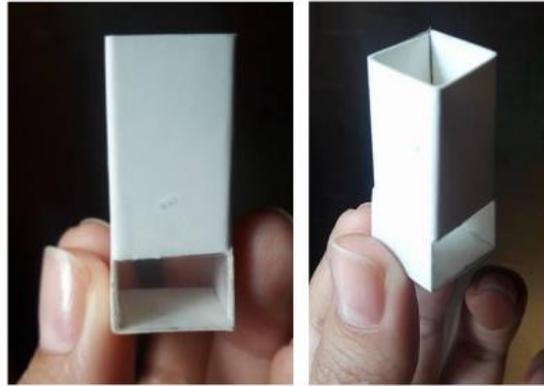
### Dispositivo

Para comprobar la funcionalidad del dispositivo, primero con materiales de cartulina y acetato se elaboró un prototipo a escala de los sub compartimientos y porta pastillas en donde se almacenan los medicamentos, como se observa en la Figura 2.4.



**Figura 2.4: Primer diseño elaborado de un sub-compartimiento con su respectivo porta-pastilla.**

Es necesario que los sub compartimientos se encuentren bien diseñados para dejar pasar la luz del led y que la detección del fotoresistor sea precisa, para ello se ha realizado una mejora por donde se van a colocar los componentes (fotoresistor y el led), se abrieron unos orificios como se muestra en la Figura 2.5, y se colocó acetato en la parte inferior de cada lado respectivamente.

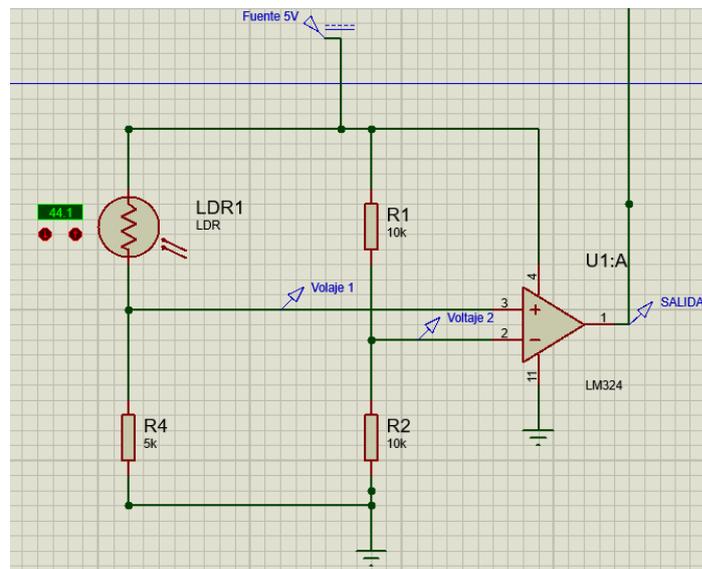


**Figura 2.5: Mejora del sub-compartimiento**

En cuanto al circuito de los fotoresistores; cada fotoresistor permanece iluminado por un led que se encuentra en paralelo de la fuente, esto quiere decir que existen 24 fotoresistores como leds iluminadores. Cabe recalcar que los leds utilizados son los de color azul debido a que tienen mayor luminosidad y son más fácilmente detectados por el fotoresistor.

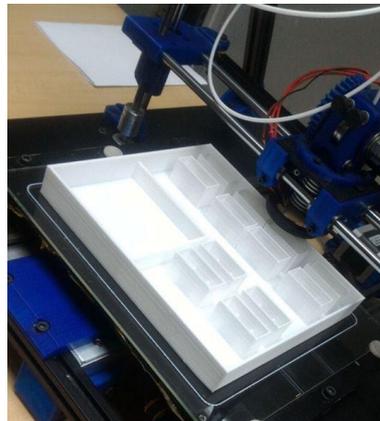
Se utiliza un opamp LM324 ya que la utilidad de este componente es enviar un High/Low cuando haya o no presencia de una pastilla dentro del sub-compartimiento, posteriormente esta señal es recibida por el Arduino, y realiza la validación respectiva.

En la Figura 2.6 el circuito contiene un LDR, LM324, resistencias (dos de  $10k\Omega$ , una de  $5k\Omega$  y una de  $330\Omega$ ) y una fuente de 5V. El opamp compara los voltajes de sus ramales cuando varía la resistencia del LDR en presencia de luz o no, para posteriormente enviar un alto o bajo.



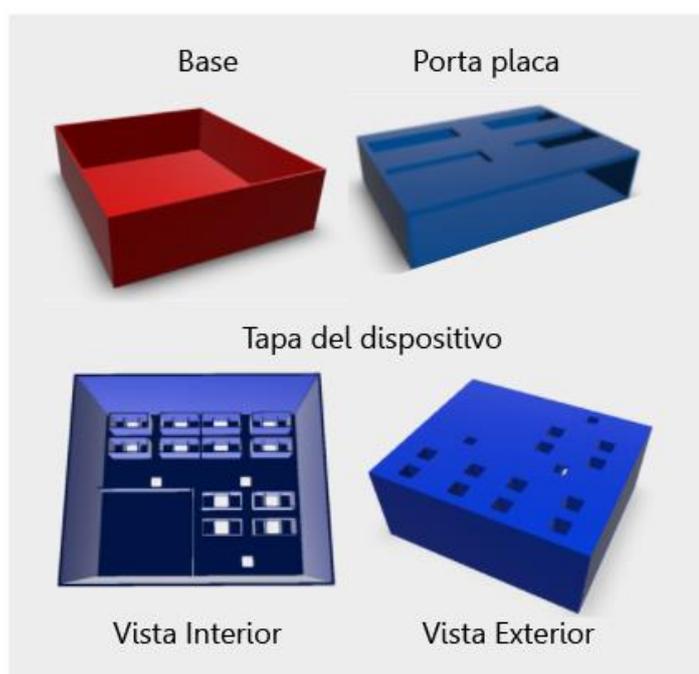
**Figura 2.6: Esquemático del circuito del funcionamiento del LDR con el opamp LM324.**

Para la elaboración del dispositivo, se lo realizó mediante impresión 3D (ESPOL-CIDIS), el material utilizado es PLA de 3mm, en la figura 2.7 se puede observar cómo se está imprimiendo la tapa, con la impresora 3D. Fueron necesarias 15 horas para imprimir la tapa y 8 horas para la base.



**Figura 2.7: Impresión del dispositivo en impresora 3D del CIDIS.**

La estructura del dispositivo está dividida en tres partes: base, porta-placa, y tapa; en la base se encuentra lo correspondiente al cableado, Arduino, placas y porta-placas; existen tres porta-placas que corresponde a cada momento del día: desayuno, almuerzo y cena; la tapa es la parte principal de la estructura física del dispositivo, en su parte interior se encuentran los sub-compartimentos, su diseño además de permitir colocar cualquier pastilla o cápsula, ayuda a realizar la detección de presencia o ausencia de un medicamento.



**Figura 2.8: Estructura del dispositivo en 3D: base, porta placa, y tapa (vista interior y exterior).**

### **Aplicación móvil**

Como los usuarios de la aplicación son personas que sobrepasan los 60 años, se debe tomar en cuenta las limitaciones que por la edad pueden representar un problema al momento de manejar el aplicativo móvil; el diseño de la interfaz no debe representar ninguna dificultad al ser utilizada por un adulto mayor, debe resultar usable e intuitiva.

Con estos objetivos presentes, se realiza la elaboración de una guía de diseño cuyas directrices sirven para la implementación de aplicaciones móviles para adultos mayores. La guía que se muestra a continuación fue resultado de revisiones literarias sobre este tema, ver Tabla 1.

<b>Guía de diseño para elaboración de aplicaciones móviles para adultos mayores</b>	
<i>*objetivo o TAP se refiere a cualquier elemento que debe de presionar.</i>	
<b>Patrones de diseño</b>	<b>Descripción</b>
Zonas de mayor actividad en smartphones.	Las zonas de mayor actividad son esquinas inferiores derecha e izquierda para tablets y para celulares la zona de actividad que se utiliza menos es la esquina superior izquierda. Los objetivos que se encuentren en las regiones más problemáticas de la pantalla deberían ser de un tamaño más grande para mejorar el rendimiento [14] y [15].
Eventos para las acciones touch en el celular	Sólo utilizar los eventos TAP (presionar) y Swipe (deslizar), evitar el efecto de Zoom (peñizco), rotar, arrastrar [16].
Medida recomendada para los gestos TAP	Objetivos con anchura de 16,5mm y espaciamiento entre objetivos de 3,17 a 6,35mm son adecuados para los usuarios mayores con destreza en sus manos; mientras que, para usuarios con poca destreza, recomienda un tamaño objetivo mayor a 19,5 mm, con 6,35mm a 12,7mm de espaciamiento entre los objetivos [17].
Mensajes de error	Para los mensajes de error se recomienda lo siguiente [18]: <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Evitar usar lenguaje amenazante o que alarme al adulto mayor (por ejemplo, error fatal, ejecución anulada, <i>kill job</i>, error catastrófico, etc..).</li> <li>▫ No se debe utilizar doble negación.</li> <li>▫ No utilizar letras mayúsculas en todo lo que sea texto.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▫ No se deben usar más de 4 tipos diferentes de fuente por pantalla.</li> </ul>
Colores	<p>Para los colores de la interfaz se recomienda lo siguiente [18]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Se deben utilizar máximo 5 (+/- 2 colores).</li> <li>▫ No se deben utilizar colores espectrales de alta croma muy seguidos.</li> <li>▫ Los colores deben resultar familiares entre las pantallas.</li> <li>▫ Debe haber un alto contraste entre los colores.</li> </ul>
Simbología de colores	<p>Cada color representa una situación [18]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ Rojo = Peligro, fuego, caliente</li> <li>▫ Amarillo = Precaución, lento, prueba</li> <li>▫ Green = Ir, Ok, Limpio, seguro</li> <li>▫ Azul = Frío, agua</li> <li>▫ Cálido = acción, respuesta, requerido, proximidad</li> <li>▫ Frío = estado, fondo</li> <li>▫ Gris y azul = Neutralidad</li> </ul>
Íconos	<p>Para los íconos se recomienda lo siguiente [18]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▫ La imagen debe sugerir al espectador el concepto deseado.</li> <li>▫ El usuario debe interactuar con el ícono.</li> <li>▫ El ícono debe aparecer junto con una etiqueta.</li> <li>▫ La imagen debe estar relacionada a único concepto.</li> </ul>
Tipo y tamaño de letra	<p>Se recomienda que el tamaño de la letra debe estar entre 12 y 14 puntos y el tipo de fuente de los textos más apropiados para la visualización de la información es sans-serif [18].</p>

**Tabla 1: Guía de diseño para elaboración de aplicaciones móviles para adultos mayores.**

- **Diseño de la aplicación**

En esta sección se describen las características más destacadas del diseño de la aplicación; éste se encuentra basado en los patrones de diseño mencionados anteriormente en la Tabla 1.

- ✓ **Tipografía**

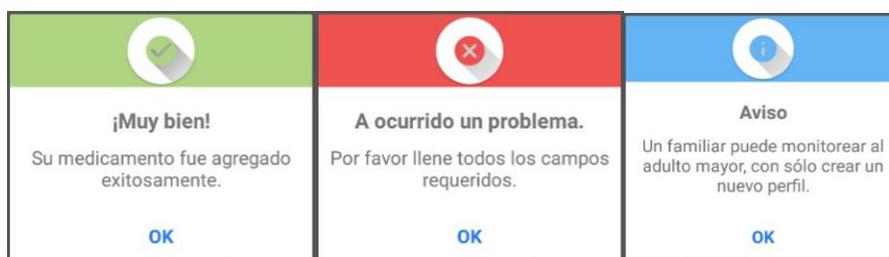
Para la tipografía se utiliza el tipo de letra Sans-Serif de tamaño 14, como se muestra a la izquierda de la Figura 2.9 es un tipo de letra sin serifa que se utiliza para evitar que los usuarios pierdan legibilidad; la parte derecha de la Figura 2.9 corresponde a un tipo de iconografía con serifa, se puede observar las diferencias señaladas.



**Figura 2.9: Tipos de tipografías sans-serif.**

- ✓ **Simbología del color**

Los colores utilizados en la interfaz están directamente relacionados con la situación que se quiere transmitir. En la Figura 2.10 se puede observar los cuadros de diálogos diseñados para la aplicación, tienen por objetivo mantener informados a los adultos mayores sobre el estado actual de la aplicación.



**Figura 2.10: Cuadros de diálogo del aplicativo móvil.**

### ✓ Iconografía

En la aplicación se utilizan íconos que ayudan a representar el concepto de la información que se desea transmitir, se puede observar en la Figura 2.11, por ejemplo, un botiquín para representar la opción de “Mis Medicamentos” y un gotero para “Dosis”.



**Figura 2.11: A la izquierda se muestra el menú principal del adulto mayor y a la derecha un formulario para agregar medicamentos del aplicativo móvil.**

### ✓ Elementos multimedia interactivos

El uso de imágenes, animaciones o videos son diferentes maneras de representar la información, ésta se determina de acuerdo a la utilidad y funcionalidad que se tenga en la aplicación. Al incluir diferentes medios de comunicación, se quiere facilitar el aprendizaje y lograr que el adulto mayor se adapte con mayor facilidad al manejo del aplicativo. Por ende, para programar las alarmas se utiliza un reloj cuyo diseño es parecido a los convencionales de pared que funciona sólo con mover las manecillas, de esta forma el usuario logra una fácil interacción con la aplicación, tal y como se observa en la Figura 2.12.

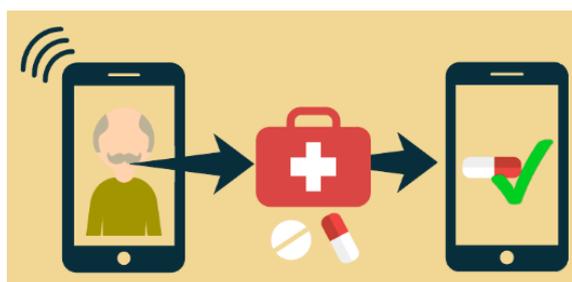


**Figura 2.12: Reloj del aplicativo para programar alarmas.**

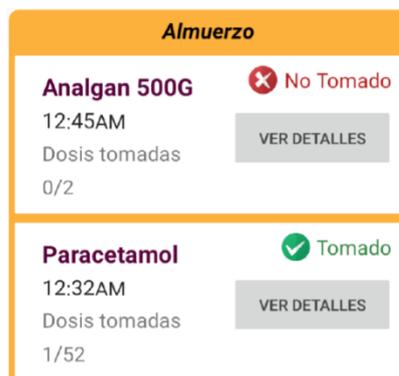
- **Funcionalidades Destacadas**

- ✓ **Tomar un medicamento**

Como se menciona en la sección 2.2.1 acerca del dispositivo, se utilizan fotoresistores para detectar si el adulto mayor toma, o no la pastilla. En la Figura 2.13, se muestra un esquema de cómo funciona la interacción entre el aplicativo y el dispositivo; cuando la alarma suena en el celular, el adulto mayor toma el medicamento y en la aplicación se registra el medicamento tomado (un “visto” de color verde), caso contrario, si el medicamento no es tomado, también es registrado, esto se puede observar en la Figura 2.14.



**Figura 2.13: Esquema de éxito de la toma de una pastilla.**

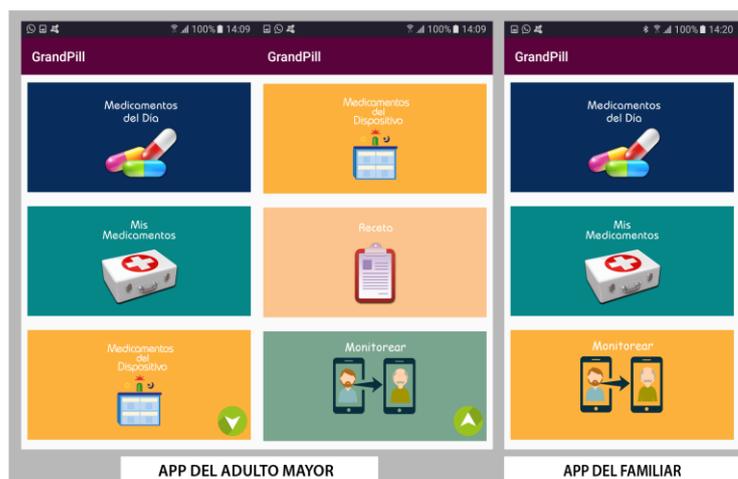


**Figura 2.14: Validación en aplicativo de medicamento tomado (un “visto” de color verde) y no tomado (una “X” color rojo).**

#### ✓ Manejo de perfiles

Para diferenciar el familiar del adulto mayor, en el registro se tiene una casilla de verificación preguntando si el usuario a registrarse es un adulto mayor (Figura 2.15), de ser seleccionado se mostrarán las opciones para registrar medicamentos y programar alarmas; en caso contrario, si es un familiar (de no ser seleccionada la opción de ser adulto mayor) se mostrarán las opciones para realizar el monitoreo y visualizar medicamentos, se puede observar en la Figura 2.16. Cabe recalcar que el registro se lo hace una sola vez que se instala la aplicación.

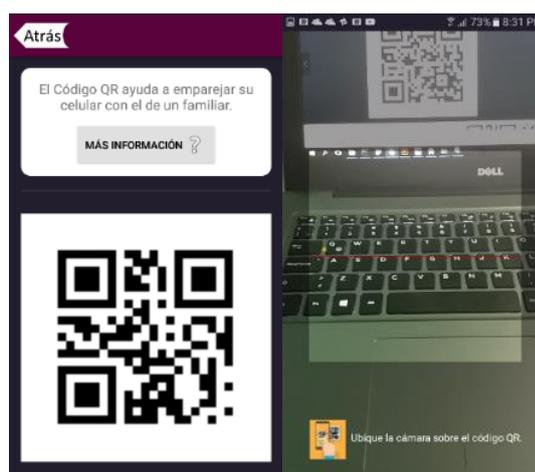
**Figura 2.15: Registro inicial de la aplicación.**



**Figura 2.16: A la izquierda se muestra el menú de la aplicación del adulto mayor y a la derecha el menú del familiar.**

✓ **Monitorear a un adulto mayor**

Para el caso en que el adulto mayor no tome la medicación, existe la funcionalidad MONITOREAR, que permite a un familiar supervisar si los medicamentos se están tomando correctamente. La vinculación de las aplicaciones se realiza sólo con escanear un código QR; al elegir la opción monitorear, el adulto mayor tendrá en su aplicación el código QR y el familiar el lector de código QR, como se muestra en la Figura 2.17.



**Figura 2.17: A la izquierda código QR del aplicativo del adulto mayor y a la derecha lector QR en el aplicativo del familiar.**

✓ **Medicamentos del dispositivo**

Los medicamentos organizados en el dispositivo también están registrados en la aplicación (Figura 2.18); pero como éste solo puede alojar hasta 12 medicamentos (4 por compartimento) , para que la aplicación no pierda potencial hemos permitido que se puedan registrar medicamentos que pertenezcan o no, al dispositivo; para realizar esta diferencia lo que se hace es que al registrar el medicamento, tenga una opción 'Dispositivo' en forma de una estrellita vacía, que al dar un toque se activará y con eso se dice que se encuentran alojados al dispositivo, tal y como se observa en la Figura 2.19.



Figura 2.18: Medicamentos del dispositivo en aplicativo.

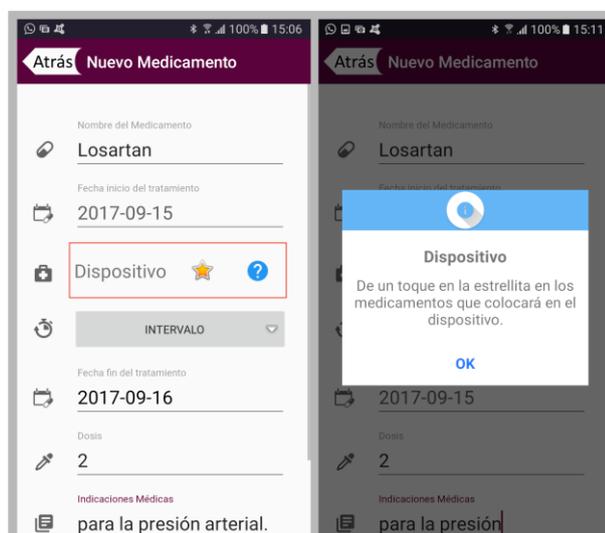


Figura 2.19: Registro de un nuevo medicamento.

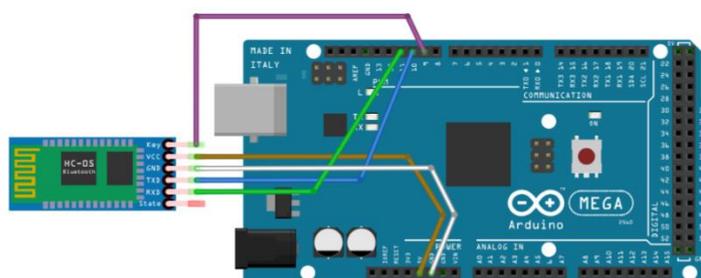
## Conexión

En esta sección se hace referencia a la conexión utilizada para comunicar el dispositivo con la aplicación.

El módulo bluetooth HC-05 viene de fábrica en modo Esclavo, lo que es útil en este caso, ya que se necesita que siempre esté a la espera de que un dispositivo (PC o celular) se conecte a él.

El módulo HC-05 tiene cuatro estados:

- ✓ Desconectado: cuando se lo alimenta y aún no se ha establecido conexión.
- ✓ Conectado o de comunicación: cuando se ha establecido alguna conexión.  
El pin RX es por donde se recibe los datos, y el TX por donde se devuelve.
- ✓ Modo AT1: se puede enviar comandos AT con la misma velocidad de su configuración
- ✓ Modo AT2: es el modo donde se puede configurar enviando comandos AT, pero a cierta velocidad de 38400 baudios.



**Figura 2.20: Conexión de módulo bluetooth HC-05 con Arduino Mega.**

Para poder realizar la configuración, se usó el modo AT2, a 38400 baudios, donde se cambió el nombre del módulo y la clave por defecto, usando la conexión mostrada de la Figura 2.20.

## CAPÍTULO 3

### 3. PRUEBAS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se describen las pruebas realizadas y los resultados obtenidos al realizar dichas pruebas en los módulos: aplicación móvil y dispositivo electrónico; así mismo se detallan cuáles fueron los resultados finales de estos módulos y de la integración entre ambos.

Este capítulo se encuentra dividido en dos partes, la sección 3.1 que se refiere a las pruebas realizadas y la sección 3.2 donde se muestran los resultados.

#### 3.1 Pruebas

##### 3.1.1 Aplicación Móvil

Para la aplicación móvil se realizaron dos tipos de pruebas: pruebas de usuario y pruebas de experiencia de usuario. Las pruebas de usuario son para conocer si el usuario puede interactuar con eficiencia con el sistema y las pruebas de experiencia de usuario para conocer si la forma en la que se muestra la información en la aplicación es la correcta. A continuación, se detallan más a fondo cada una de ellas.

Las pruebas de usuario consistieron en hacer que los adultos mayores realizaran ciertas historias de usuario en el aplicativo móvil, esto se hizo con el objetivo de conocer si las funcionalidades del sistema son usables. La aplicación fue probada por 8 adultos mayores cuyas edades comprendían entre los 60 y 71 años. Las historias de usuario probadas y observaciones obtenidas en esta prueba se muestran en la siguiente tabla, ver Tabla 2.

Historias de Usuario	Observaciones
Registrarse en la aplicación	Para el registro no hubo ningún inconveniente con los usuarios registrados, ellos afirmaron que les gustaba la idea de sólo tener que hacerlo una sola vez (la primera vez) y que no haya que iniciar sesión para entrar.
Agregar un nuevo medicamento	Aunque no hubo ninguna dificultad para llenar el formulario de medicamentos, si se demoraron un poco para encontrar la opción de “Nuevo medicamento” por lo que recomendaron mostrar alguna indicación de donde se debe ir para agregarlos.
Programar una alarma	Destacaron que la forma de agregar una alarma les gustó mucho a los adultos mayores, ya que se trata de utilizar un relojito al que se le deben mover las manecillas y les agradó porque les pareció divertido.
Ver detalles de un medicamento	Para ver los detalles del medicamento no hubo ningún problema, ya que sólo tenían que presionar un botón “Ver Detalles”.
Eliminar un medicamento	No hubo problemas al eliminar medicamentos, pudieron hacerlo fácilmente.
Guardar una receta	Guardar receta no presentó mayor dificultad, y destacaron que es una funcionalidad muy útil para respaldar las recetas en caso de daño o pérdida.

**Tabla 2: Observaciones de las pruebas de usuario realizadas a adultos mayores.**

Con las observaciones obtenidas en las pruebas de usuario de la Tabla 2, se comprobó que la mayoría de las funcionalidades son usables para los adultos mayores y no representan mayor dificultad, pero además se obtuvo retroalimentación gracias a sus comentarios, sobre las pequeñas cosas que se podría mejorar dentro del aplicativo.

La segunda prueba realizada fue para medir la experiencia del usuario, se utilizó la técnica llamada *Card Sorting*; esta técnica ayuda a descubrir si la información es entendible, organizada y categorizada correctamente [19]; es decir, permite averiguar cómo los usuarios estructuran los contenidos en su mente.

La técnica consiste en mostrar a los adultos mayores una serie de 14 tarjetas posit junto con 6 categorías, en donde debían agrupar las tarjetas en la categoría correspondiente, de forma que tenga sentido para ellos; después, los resultados de estas pruebas se pasaron a la herramienta *Optimal Workshop*, que es una plataforma que permite evaluar la técnica. El tipo de *Card Sorting* utilizado fue de tipo cerrado.

En la Figura 3.1 se muestran los resultados obtenidos de la plataforma *Optimal Workshop*, en una matriz de datos, llamada "*Popular Placements Matrix*", en la que se puede observar los porcentajes obtenidos por los participantes que clasificaron cada tarjeta en la categoría correspondiente. Esta matriz propone los grupos más populares basados en el puntaje de colocación más alto de cada tarjeta individual.

	Medicamentos del día	Medicamentos del dispositivo	Mis Medicamentos	Recetas	Monitorear	Registros	Sin Ordenar
Ver medicamentos del día	77%	8%	15%				
Crear Alarmas	23%	8%	23%		15%	23%	8%
Ver medicamentos del dispositivo		85%	8%				8%
Eliminar Medicamento	15%	8%	69%			8%	
Buscar un medicamento	15%	23%	62%				
Modificar Medicamento	15%	8%	46%		8%	15%	8%
Registrar un medicamento		23%	46%			31%	
Ver detalles de un medicamento	8%	38%	46%		8%		
Tomar Foto de Receta			8%	92%			
Eliminar Receta				85%	8%	8%	
Nueva Receta			8%	85%	8%		
Ver Receta	8%			77%	15%		
Monitorear a un adulto mayor					100%		
Registrarse en la aplicación						100%	

**Figura 3.1: Matriz de porcentaje de acierto para cada categoría.**

En la matriz de la Figura 3.1, se puede observar que casi todas las funcionalidades han sido colocadas en las categorías correspondientes de la aplicación con más de un 75% de frecuencia, excepto en las funcionalidades de: *ver detalles del medicamento*, *modificar medicamento* y *registrar medicamento*; en estas funcionalidades los usuarios dudaron bastante en que categoría debería colocarse; pero cabe recalcar que para *ver detalles de un medicamento* y *modificar medicamento* se lo puedo hacer desde diferentes lugares dentro del aplicativo, por lo que no existe una categoría incorrecta para estas funcionalidades; en cambio para registrar un nuevo medicamento coincide con los resultados de las pruebas de usuario, en donde ellos tampoco encontraron tan fácilmente dónde se encontraba el botón para agregar nuevos medicamentos, por estas razones para resolver este problema se colocó mensajes que indican al usuario apenas entra a la aplicación a qué lugar debe dirigirse para agregar un nuevo medicamento.

### 3.1.2 Dispositivo

Para verificar que el dispositivo realice correctamente la validación de la presencia o ausencia de un medicamento en los compartimentos, se probó inicialmente en protoboard y posteriormente se diseñó la placa de tal manera que el espacio ocupado entre los leds y el fotoresistor se encuentre a una distancia precisa de 1.6 cm que corresponde al tamaño de los compartimentos que almacena una pastilla normal.

En la Figura 3.2 se muestra cómo se realizó la prueba del ensamblaje de los resistores y los leds, con materiales como cartulina y cinta. Las pruebas realizadas fueron exitosas por lo que la distancia fue la ideal entre el led y el fotoresistor, esta distancia permite que el fotoresistor detecte la luminosidad del led correctamente.



**Figura 3.2: Ensamblaje y prueba de un compartimiento con la placa.**

### 3.1.3 Integración

Para verificar que el módulo dispositivo y aplicación móvil trabajen correctamente por medio de la conexión, se realizaron pruebas de integración que se encuentran descritas en *Anexos 3*.

Se analizaron hasta el momento cinco pruebas con tres casos de integración:

- ✓ Integración Conexión con Dispositivo
- ✓ Integración Aplicativo con Conexión
- ✓ Integración Aplicativo con Conexión y Dispositivo.

Básicamente se probó que el envío de una señal, desde el aplicativo sea recibido por el dispositivo para poder encender o no el led del compartimiento correspondiente al momento del día; para esta situación los resultados de la prueba fueron “PASS”, es decir, que si se cumplió con lo esperado.

Por otro lado, cuando se probó la misma situación, pero esta vez cuando suene una alarma, automáticamente se envíe la señal, pero el resultado de la prueba fue un “FAIL”, debido a que se pierde la conexión cuando el servicio background de la alarma no mantiene la conexión del bluetooth entre el dispositivo y la aplicación, entonces nunca es recibida la señal para encender el led del compartimiento. Para solucionarlo se necesitó crear un hilo que sirva para saber cuándo realmente se realiza la conexión y en ese momento enviar el mensaje correspondiente.

## 3.2 Resultados

En esta sección se describen los resultados finales obtenidos en el aplicativo móvil y dispositivo, después de seguir todos los pasos de la metodología y de realizar las pruebas respectivas.

### 3.2.1 Aplicación Móvil

Se obtiene una aplicación móvil con las siguientes funcionalidades, como se muestra en la Figura 3.3:



Figura 3.3: Descripción de las funcionalidades del aplicativo móvil.

### 3.2.2 Dispositivo

El dispositivo está formado por tres compartimentos, cada uno de ellos corresponden a un momento del día, cada compartimento está representado por un color significativo: amarillo, naranja y azul, que simbolizan desayuno, almuerzo y cena respectivamente. En cada compartimento se pueden colocar 4 pastillas, y en total 12 pastillas en todo el dispositivo. El dispositivo se lo puede observar en la Figura 3.4.



**Figura 3.4: Dispositivo con sus tres compartimientos.**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El aplicativo móvil de recordatorio de pastillas les resultó usable a los adultos mayores, debido a que en la implementación se utilizaron patrones de diseño que toman en cuenta las limitaciones que puede tener una persona de la tercera edad; pero de todas maneras es recomendable que el adulto mayor tenga conocimientos básicos del uso de un Smartphone para manejar sin ninguna dificultad la aplicación.

Con el dispositivo y aplicativo, se le otorga al adulto mayor la posibilidad de organizar adecuadamente los medicamentos del día, y recibir notificaciones mediante alarmas programadas de qué medicamento debe de tomar.

Se debe mencionar que, al momento de realizar las pruebas de usabilidad del aplicativo en adultos mayores, la mayoría no pudieron encontrar la opción de 'Nuevo Medicamento' debido a que no les resultaba intuitivo el lugar donde se agregan los medicamentos nuevos; por lo que se concluyó que esta opción siempre debe estar en un lugar visible para que sea lo primero que visualicen los adultos mayores al abrir el aplicativo; después de un par de intentos el adulto mayor lograba encontrarlo.

El dispositivo les pareció una buena idea a los adultos mayores, ya que éste indica en qué compartimiento se encuentra el medicamento, pero es importante recomendar que en el dispositivo sólo se deben colocar los medicamentos que pueden ser tomados dentro del hogar, debido a que éste no es portable.

En cualquier desarrollo de software y hardware, siempre existen mejoras o correcciones que se podrían realizar para aumentar la eficiencia de un proyecto; por ello, se tiene pensado como trabajos futuros añadir dos nuevas funcionalidades en el aplicativo móvil.

La primera es que permita guardar la cantidad de pastillas compradas, y mediante la aplicación muestre una alerta cuándo estén por terminarse sus medicamentos, para que el adulto mayor sepa cuando debe comprar nuevas pastillas; y la segunda, que permita poder visualizar los medicamentos que el adulto mayor debe tomar por semana y mes.

Por otro lado, como mejoras en el dispositivo sería rediseñar un nuevo modelo que permita almacenar los medicamentos semanalmente y no diariamente como se hace actualmente; también diseñar una extensión portable del dispositivo para que el adulto mayor pueda movilizar sus medicamentos con él.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Angrino, S. Ochoa, L. A. Espinosa, and A. M. C. Tamayo. "Memoria y metamemoria en adultos mayores: estado de la cuestión." *Acta Colombiana de Psicología* 14, 2015, pp. 19-32.
- [2] D. Archibaldo, (2001). Memoria en el Adulto Mayor [online]. Disponible en: <http://www.gerontologia.uchile.cl/docs/memoria.htm>
- [3] Oscanoa and T. J, "Uso inadecuado de medicamentos en adultos mayores", vol. 66. No. 1. *Anales de la Facultad de Medicina*, 2005, pp. 43-52.
- [4] EL TELÉGRAFO, (2015, octubre). Mayores de 60 años ingieren hasta 3 veces más fármacos. [online]. Disponible en: <http://www.letelegrafo.com.ec/noticias/palabra-mayor/17/mayores-de-60-anos-ingieren-hasta-3-veces-mas-farmacos>
- [5] Familydoctor, (2015, octubre). Abuso de medicamentos con receta en adultos mayores | Causas y factores de riesgo. [online]. Disponible en: <http://es.familydoctor.org/familydoctor/es/diseases-conditions/prescription-drug-abuse-in-the-elderly/causes-risk-factors.html>
- [6] The Arthritis Foundation, (2016). Administración de medicamentos en adultos mayores. [online]. Disponible en: <http://espanol.arthritis.org/espanol/combata-el-dolor/relaciones-cuidar-enfermo-casa/relaciones-cuidar-progenitor-casa/relaciones-cuidar-progenitor-casa-administracion-medicamentos/>
- [7] Chiang Miranda, (2017, mayo), "¿Por qué se recomienda tomar el medicamento a una hora y respetar ese horario?". [Online]. Disponible en: [http://www.clinicalascondes.net/ver\\_pregunta.cgi?cod=971302309](http://www.clinicalascondes.net/ver_pregunta.cgi?cod=971302309).
- [8] R.M, (2017, mayo). ¿Por qué es importante tomar los medicamentos con un horario? [online]. Disponible en: <http://www.fuentesaludable.com/porque-es-importante-tomar-los-medicamentos-con-un-horario/>
- [9] Medicocontesta, (2017). El horario de los medicamentos [online]. Disponible en: <http://www.medicocontesta.com/2012/01/el-horario-de-los-medicamentos.html>.

- [10] MedWatcher, (2017). Pharmacovigilance App | Drug & Medication Side Effects Tracking. [online]. Disponible en: <https://medwatcher.org/about>.
- [11] iTunes, (2017, mayo), "Pillboxie". [Online]. Disponible en: <https://itunes.apple.com/es/app/pillboxie/id417367089?mt=8>.
- [12] Medisafe, (2017). Medisafe. [online]. Disponible en: <http://www.medisafe.com/?lang=es>.
- [13] Google Play, (2017, mayo), "Mi Pill - Meds Reminder". [Online]. Disponible en: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tobeamaster.mypillbox&hl=es>.
- [14] Parhi, P., Karlson, AK, y Bederson, BB (2006). Estudio de tamaño de destino para el uso con una sola mano, el pulgar en pequeños dispositivos con pantalla táctil. Actas de la 8ª conferencia sobre la interacción hombre-máquina con dispositivos y servicios móviles - mobilehci '06. Nueva York, Nueva York, EE.UU.: ACM Press.
- [15] Kicker Studio, (2011). Activity Zones for Touchscreen Tablets and Phones" [Online]. Available: <http://www.kickerstudio.com/2011/01/activity-zones-for-touchscreen-tablets-and-phones/>.
- [16] Roxanneleitao, 2017 "Design Patterns for Mobile User Interfaces Targeted at Older Adults",. [Online]. Available: <http://www.roxanneleitao.com/designpatterns/pattern1.php>.
- [17] Kobayashi, M., Hiyama, A., Miura, T., Asakawa, C., Hirose, M., y Ifukube, T. "Evaluación de los usuarios de edad avanzada de las interacciones móvil con pantalla táctil". Federación Internacional de IFIP para procesar la información, 83-99, 2011.
- [18] Phiriyapokanon, T. Is a big button interface enough for elderly users. Towards user interface guidelines for elderly users. Sweden, Mälardalen University. Thesis (Master of Computer Engineer), 2011.
- [19] Optimalworkshop.com. (2017). Getting started with card sorting | Optimal Workshop. [online] Available at: <https://www.optimalworkshop.com/101/card-sorting>

## ANEXOS

### Anexo 1: Formulario de la Entrevista 1

El objetivo de esta encuesta es conocer qué problemas tienen los adultos mayores al tener que llevar un control de sus recetas médicas y recordar tomar todos sus medicamentos.

#### Sección 1

##### Datos Personales

Edad: \_\_\_\_\_

Género:  Hombre  Mujer

#### Sección 2

##### Conocimiento de los problemas

*Se conoce que los adultos mayores acuden frecuentemente al médico por algún malestar o problema de salud, por lo tanto, reciben recetas médicas de los medicamentos que deben tomar. Tomando en cuenta estos antecedentes, procedemos a realizar la entrevista.*

1. ¿Siente que es una molestia tener que recordar todos los horarios de los medicamentos?
2. ¿Le ha pasado que se olvida de tomar un medicamento en las horas asignadas?  
¿Por qué cree que le sucede esto?
3. ¿Le ha pasado que ha tomado dos veces un medicamento? ¿Por qué cree que le sucede esto?
4. ¿Usted necesita de alguien que le recuerde en qué momento debe tomar un medicamento?
5. ¿Qué estrategias ha aplicado o aplicaría para evitar los dos problemas anteriores (olvidarse, o tomar dos veces)?

## **Anexo 2: Formulario de la Entrevista 2**

**El objetivo de esta encuesta es recopilar información sobre cómo organizan los adultos mayores sus medicamentos para conocer la mejor forma de diseñar el dispositivo.**

### **Sección 1**

#### **Datos Personales**

Edad: \_\_\_\_\_

Género: Hombre    Mujer

### **Sección 2**

#### **Conocimiento de los problemas**

*Se conoce que los adultos mayores acuden frecuentemente al médico por algún malestar o problema de salud, por lo tanto, reciben recetas médicas de los medicamentos que deben tomar. Tomando en cuenta estos antecedentes, procedemos a realizar la entrevista.*

#### **-Requerimientos para el diseño del dispositivo**

1. ¿Cuántos medicamentos más o menos debe tomar al día?
2. ¿Cómo se organiza para tomar las pastillas, lo hace por semana o por día?
3. ¿Qué hace cuando se olvida de tomar una pastilla, se la toma al momento que se acuerda, o ya no se la toma?
4. ¿En qué lugar de la casa guarda sus medicamentos?

#### **-Requerimientos para el aplicativo móvil**

5. ¿Alguna vez, un medicamento le produjo efectos secundarios? ¿Cuáles? ¿Qué hace al respecto?
6. ¿Tiene medicamentos que debe tomar de por vida? ¿Cuáles?
7. ¿Frecuentemente debe revisar las recetas médicas para saber qué medicamento debe tomar?

8. ¿Tiene medicamentos que le toca tomar en la madrugada? ¿Pospone esos horarios?
9. Si tuviera una aplicación móvil, ¿qué funcionalidades le gustaría que tuviera?

**-Requerimientos para el aplicativo móvil del familiar o persona responsable**

10. Si tuviera una aplicación móvil, ¿qué le gustaría saber del adulto mayor, aparte de conocer si ha tomado o no un medicamento?
11. Si tuviera una aplicación móvil, ¿Le gusta la idea de que también le llegue una notificación del recordatorio del medicamento del adulto mayor y otra confirmanda si la tomó o no?

## Anexo 3: Pruebas de Integración



### “DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN MÓVIL Y DISPOSITIVO PARA RECORDATORIO DE TOMA DE PASTILLAS DE ADULTOS MAYORES”

#### Plan de Pruebas de Integración

**Nota :** Para cada caso de prueba se debe mostrar la siguiente información:

- Número del caso de prueba: Número secuencia que hace referencia a los casos de pruebas definidos.
- Componentes a los que hace referencia cada caso de prueba
- Prerrequisitos que se deben cumplir para realizar cada caso de prueba
- Descripción de cada uno de los pasos a realizar para realizar el caso de prueba
- Los datos que se utilizarán de entrada
- La salida que se espera de ejecución cada paso
- Las columnas sombreadas, correspondientes a 'Resultados' se rellenarán una vez ejecutadas las pruebas, obteniendo así el Informe de Resultado de Pruebas de Integración

Número del Caso de Prueba	Componente	Descripción de lo que se Probará	Prerrequisitos
GP001	Conexión-Dispositivo	Recibir una señal para encender un led	Aplicación de prueba de envío de datos, Bluetooth encendido, código cargado en Arduino.
GP002	Aplicativo-Conexión	Establecer conexión	Bluetooth encendido
GP003	Aplicativo-Conexión-Dispositivo	Aplicativo envía una señal para encender un led del dispositivo	Bluetooth encendido, código cargado en Arduino.
GP004	Aplicativo-Conexión-Dispositivo	Aplicativo envía señal para encender el led correspondiente entre los tres compartimentos	Bluetooth encendido, código cargado en Arduino.
GP005	Aplicativo-Conexión-Dispositivo	Aplicativo envía señal cuando suena la alarma para encender el led correspondiente entre los tres compartimentos	Bluetooth encendido, código cargado en Arduino y una alarma programada.

GP001					
Paso	Descripción de pasos a seguir	Datos Entrada	Salida Esperada	¿OK?	Observaciones
1	Tener instalada la app de prueba para envío de datos al bluetooth	Buscar módulo bluetooth HC05	Dispositivo Encontrado "SIANNA"	PASS	
2	Establecer conexión	Contraseña de conexión "XXXX"	Conectado con "SIANNA"	PASS	
3	Presionar botón A		Enviando señal "a"	PASS	
4	Recibir señal A	Señal "a" recibida (debug en consola Arduino)	Arduino envía HIGH al pin del LED	PASS	

GP002					
Paso	Descripción de pasos a seguir	Datos Entrada	Salida Esperada	¿OK?	Observaciones
1	Dirigirse a la opción "Conexión con Bluetooth"	Aplicación instalada y funcionando	Acceso a la opción	PASS	
2	Presionar botón conectar con "SIANNA"		Conectado con "SIANNA"	PASS	

GP003					
Paso	Descripción de pasos a seguir	Datos Entrada	Salida Esperada	¿OK?	Observaciones
1	Dirigirse a la opción "Encender un led"	Buscar módulo bluetooth HC05	Dispositivo Encontrado "SIANNA"	PASS	
2	Establecer conexión	Contraseña de conexión "XXXX"	Conectado con "SIANNA"	PASS	
3	Presionar botón "Encender led"	Enviando señal "1"	*Señal "1" recibida (debug en consola Arduino) *Arduino envía HIGH al pin del LED *Led se enciende	PASS	

GP004					
Paso	seguir	Datos Entrada	Salida Esperada	¿OK?	Observaciones
1	Dirigirse a la opción "Encender un led de compartimento"	Buscar módulo bluetooth HC05	Dispositivo Encontrado "SIANNA"	PASS	
2	Establecer conexión	Contraseña de conexión "XXXX"	Conectado con "SIANNA"	PASS	
3	Definir una alarma	Registro de alarma (8:00 AM)	Alarma guardada con éxito	PASS	
4	Presionar botón "Led-Compartimento"	Enviando señal "1"	*Señal "1" recibida (debug en consola Arduino) *Arduino envía HIGH al pin del LED *Compartimento Desayuno (Led Amarillo se enciende)	PASS	

GP005					
Paso	Descripción de pasos a seguir	Datos Entrada	Salida Esperada	¿OK?	Observaciones
1	Dirigirse a la opción "Encender un led de compartimento"	Buscar módulo bluetooth HC05	Dispositivo Encontrado "SIANNA"	PASS	
2	Establecer conexión	Contraseña de conexión "XXXX"	Conectado con "SIANNA"	PASS	
3	Definir una alarma	Registro de alarma (2:00 PM )	Alarma guardada con éxito	PASS	
	Esperar sonar alarma		Alarma suena a las 2:00 PM	PASS	
4	Aplicativo envía señal de compartimento que debe encender	Enviando señal "2"	*Señal "2" recibida (debug en consola Arduino) *Arduino envía HIGH al pin del LED *Compartimento Almuerzo (Led Rojo se enciende)	FAIL	Se pierde la conexión cuando suena la alarma, y no es posible enviar la señal del compartimento a encender.