



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL MECÁNICA**

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO DE
AYUDA PARA EL ADULTO MAYOR CON UN ALTO
GRADO DE INDEPENDENCIA**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL MECÁNICO**

PROF. GUÍA: GONZALO PINCHEIRA

JOAQUÍN ANTONIO DÍAZ ESPINOSA

**CURICÓ - CHILE
2020**

CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su encargado Biblioteca Campus Curicó certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



UNIVERSIDAD DE TALCA
DIRECCIÓN
SISTEMA DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD DE TALCA
SISTEMA DE BIBLIOTECAS
CAMPUS CURICO

Curicó, 2022

AGRADECIMIENTOS

En primero lugar agradecer a mi profesor guía, Ingeniero Gonzalo Pincheira Director del Departamento de Tecnologías Industriales, por creer en mi proyecto y por la guía en la realización de este.

A mis amigos, en especial Nelson, Hugo y Michael, que siempre estuvieron ahí para ayudarme, ya sea en lo académico como en lo personal. Muchas gracias.

A mi familia

A mi querida madre que siempre está ahí, preocupada de que lleve a cabo todas mis tareas.

A mi querido padre, por brindarme su apoyo, confiar en mí siempre y por apoyarme con los recursos necesarios para llevar a cabo el proyecto.

A mis primos y primas, en especial Javiera, por ayudarme en los inicios del proyecto.

A mis abuelos maternos, por recibirme y cuidarme a lo largo de estos años de la carrera.

Y gracias a todos los que brindaron alguna ayuda en este proyecto.

DEDICATORIA

Le dedico esta memoria a mis padres por haberme apoyado siempre y ser un pilar fundamental de mi formación como persona, muchos de mis logros son gracias a ellos. Nada de esto podría haber sido posible sin su constante preocupación.

A mi hermana menor, por enseñarme a ser mejor persona, le quiero dedicar esto para decirle que nada es imposible, que a pesar de todas las dificultades siempre habrá una luz al final del túnel.

A mis abuelos maternos por aguantarme y recibirme en su hogar estos 7 largos años de estudio, les dedico esta memoria ya que fueron la principal fuente de inspiración para ello. A mis abuelos paternos, que a pesar de la distancia siempre están preocupados de mí y están orgullosos de su primer nieto.

RESUMEN

Esta memoria presenta el diseño, pruebas y análisis de un dispositivo de ayuda para el adulto mayor. El objetivo de este dispositivo es ofrecer una herramienta para la vida diaria a los adultos mayores que se encuentran viviendo en situación de soledad.

Se lleva a cabo un proceso de investigación para identificar necesidades y funciones del adulto mayor junto con una revisión del estado del arte de dispositivos de ayuda a las personas. Esta información es utilizada en el proceso de diseño para establecer un criterio de selección de los componentes necesarios para cumplir con la solución presentada.

Posteriormente, se presenta el desarrollo del prototipo de un dispositivo que cuenta con sensores de temperatura y ritmo cardíaco, una alarma que incluya un recordatorio de los medicamentos a tomar y un módulo que permita efectuar llamadas o envío de mensajes de emergencia. Se desarrolla también de forma conceptual el diseño de una carcasa donde este podría ser montado.

Para evaluar la funcionalidad de este prototipo se realizan pruebas en adultos mayores para analizar su respuesta frente a este y conocer si consideran útiles las funciones implementadas. El proceso de prueba realizado fue del tipo cualitativo, partiendo por su conexión con las tecnologías actuales, luego se solicitó que interactuaran con el dispositivo y finalmente respondieran como se sintieron utilizando el prototipo.

Con este proceso de pruebas se puede concluir que este tipo de dispositivo puede afectar de forma positiva en la calidad de vida de los adultos mayores y que a futuro se podría ofrecer una versión que incluya más funciones.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
RESUMEN.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. RESULTADOS ESPERADOS.....	4
1.6. METODOLOGÍA.....	4
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. ESTADO DEL ARTE.....	6
2.1.1. Gerontecnología.....	6
2.1.2. Actividades de la vida diaria (AVD).....	9
2.1.3. Dispositivos tecnológicos de ayuda y/o apoyo.....	12
2.1.3.1. Tangibot.....	12
2.1.3.2. ARMin Robot.....	13
2.1.3.3. Exoesqueletos robóticos.....	14
2.1.3.4. Robot de telepresencia.....	15

2.1.3.5.	Casas inteligentes	16
2.2.	ELEMENTOS QUE CONSIDERAR PARA EL PROYECTO.....	17
2.2.1.	AVD consideradas para el proyecto	17
2.2.2.	Dispositivos enfocados en la ayuda al adulto mayor.....	19
2.2.2.1.	Robot Zora.....	19
2.2.2.2.	GiraffPlus	20
2.2.2.3.	Dinsow Mini 2.....	21
2.2.2.4.	GrowMu Robot	22
2.2.3.	Estudios realizados con relación a los adultos mayores y el uso de tecnologías.....	23
2.2.3.1.	Evaluación y selección de tecnologías mejorando la calidad de vida de las personas mayores.....	23
2.2.3.2.	Robots sociales y personas mayores: un estudio comparativo sobre la influencia de Características Sociales Dinámicas sobre interacción humano-robot	24
CAPÍTULO 3.	SELECCIÓN DE COMPONENTES	27
3.1.	CONTEXTO.....	28
3.2.	COMPONENTES NECESARIOS PARA EL PROYECTO	29
3.2.1.	Arduino UNO R3	30
3.2.2.	Protoboard	31
3.2.3.	Pantalla LCD 20x4	31
3.2.4.	Sensor de ritmo cardíaco	32
3.2.5.	Módulo reloj DS3231	32
3.2.6.	Teclado Matricial 4x4.....	33
3.2.7.	Módulo GPRS Shield SIM900	34
3.2.8.	Módulo sensor de temperatura GY-906 MLX90614	35
CAPÍTULO 4.	MONTAJE DE LOS MÓDULOS	36

4.1.	MONTAJES REALIZADOS	37
4.1.1.	Montaje Sensor de Ritmo Cardíaco.....	37
4.1.2.	Montaje módulo Reloj.....	38
4.1.3.	Montaje Medidor de Temperatura.....	39
4.1.4.	Montaje Módulo para llamadas	40
4.1.5.	Montaje Final.....	41
4.2.	ACERCA DE LA PROGRAMACIÓN	43
CAPÍTULO 5. FASE DE DISEÑO		44
5.1.	DISEÑO DE LA CARCASA.....	45
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		48
6.1.	PROTOTIPO Y PRUEBAS	49
6.1.1.	Funciones programadas en el prototipo.....	49
6.1.2.	Prueba en Adultos Mayores.....	54
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES		57
7.1.	CONCLUSIÓN GENERAL.....	58
7.2.	CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	59
7.3.	FUTURAS INVESTIGACIONES	60
REFERENCIAS		61
ANEXO 1: CÓDIGOS ARDUINO		63
ANEXO 2: PROCESO DE DISEÑO		74
ANEXO 3: CONSENTIMIENTO INFORMADO		87
ANEXO 4: PREGUNTAS DEL PROCESO DE PRUEBAS		92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Índice de envejecimiento* estimado y proyectado en base a datos del Censo 2017 Fuente: INE, Estimaciones y Proyecciones de la población de Chile 1992-2050, diciembre 2018	7
Figura 2-2 Evolución de población mundial actual y proyectado por la ONU Fuente: https://www.eleconomista.es/economia/noticias/10114752/10/19/El-numero-de-personas-mayores-de-65-anos-en-el-mundo-ya-supera-al-de-ninos-menores-de-cinco.html	8
Figura 2-3 Robot Tangibot (izq); Paletas de control, de izq a der: Avanzar, Detenerse, Giro Izquierdo, Giro Derecho (der) [9].....	12
Figura 2-4 ARMin III Paciente ejecutando AVD virtualmente (izq) Módulo para mano (der) [10]	13
Figura 2-5 Actividades virtuales que se pueden realizar en el ARMin III: Cocinar, Limpiar, Usar máquina de tiques [10]	13
Figura 2-6 Exoesqueleto robótico de rehabilitación de extremidades superiores Fuente: https://www.harmonicbionics.com	14
Figura 2-7 Robot de telepresencia (izq) Interfaz de control (der) [11]	15
Figura 2-8 Representación casa inteligente Fuente: http://innovacion.uas.edu.mx/los-hogares-inteligentes-como-una-realidad-proxima/	16
Figura 2-9 Robot Zora junto a pacientes (izq); Robot Zora durante sesión de terapia grupal (der) Fuente: https://www.nytimes.com/es/2018/11/30/espanol/zora-robot-ancianos-francia.html ..	19
Figura 2-10 Robot GiraffPlus en etapa de investigación, foto tomada por la Comisión Europea Año 2014 Fuente: https://ecodiario.eleconomista.es/ciencia/noticias/5758421/05/14/GiraffPlus-El-robot-de-asistencia-desarrollado-por-Europa-para-personas-mayores.html	20
Figura 2-11 Dinsow Mini 2 en funcionamiento. Adulto mayor siendo atendido por videollamada. Fuente: https://www.qmayor.com/salud/cuidadores-4/	21
Figura 2-12 Robot GrowMu Fuente: https://www.medicaldesignandoutsourcing.com/growmu-robot-and-elderly-can-learn-from-each-other/	22
Figura 2-13 Los tres dispositivos utilizados. A la izq El robot Casper; Medio El robot Ed; A la der La Tablet [15]	25
Figura 3-1 Dispositivo Arduino UNO R3	30

Figura 3-2 Protoboard adquiridas	31
Figura 3-3 (IZQ) Pantalla LCD 20x4. (DER) Interfaz I2C soldada a los pines de la pantalla..	31
Figura 3-4 Sensor de ritmo cardíaco.....	32
Figura 3-5 Módulo reloj DS3231	32
Figura 3-6 Teclado matricial 4x4	33
Figura 3-7 (IZQ) Frontal Módulo SIM900 (DER) Posterior Módulo.....	34
Figura 3-8 Módulo sensor de temperatura.....	35
Figura 4-1 Armado de plataforma para medición de ritmo cardíaco	37
Figura 4-2 Armado de plataforma para información horaria	38
Figura 4-3 Armado de plataforma para medición de temperatura.....	39
Figura 4-4 Armado de plataforma para mensajes y llamadas de emergencia	40
Figura 4-5 Montaje Físico de prototipo.....	41
Figura 4-6 Esquema conexiones prototipo	42
Figura 5-1 Diseño de Carcasa para montaje de Prototipo	45
Figura 5-2 Carcasa con los componentes montados.....	46
Figura 5-3 Distribución interna de los componentes.....	46
Figura 5-4 Diseño estructura futura del dispositivo (Colores Referenciales de las 3 Partes) ...	47
Figura 6-1 Pestaña 1 Menú Prototipo.....	49
Figura 6-2 Menú Reloj. Fecha y Hora (Izq) Configuración de Alarma (Der).....	50
Figura 6-3 Alarma con Recordatorio de medicamentos.....	50
Figura 6-4 Menú de temperatura	51
Figura 6-5 Menú Pulso Cardíaco.....	51
Figura 6-6 Pestaña 2 Menú Prototipo.....	52
Figura 6-7 Menú llamada de emergencia	52
Figura 6-8 Menú Mensaje de emergencia	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6-1 Respuestas de las preguntas realizadas en el proceso de prueba del prototipo Fuente: Encuesta realizada en el Proceso de Pruebas.....	55
--	----

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Hoy en día existe un gran número de adultos mayores que se está enfrentando a la vida moderna intentando adaptarse a una tecnología que avanza a pasos agigantados, por esta razón es que hace ya un tiempo una rama de la ciencia se ha preocupado de no tan solo unir a estos adultos mayores con la tecnología, sino que además se buscan formas de que la tecnología trabaje para el adulto mayor [1].

Dentro de estos avances se han presentado elementos como pastilleros electrónicos para ayudar a los afectados por el Alzheimer, exoesqueletos para ayudar en la movilidad y/o rehabilitación, prótesis electrónicas para volver a ser independientes en el día a día y robots de asistencia usados como compañía o terapia.

Hay que tener en cuenta que se pronostica un aumento gradual de la población de adultos mayores hacia el año 2050 [2] lo cual es un tema sumamente importante para la salud pública tanto nacional como mundial, debido al alto costo que implica la asistencia de este grupo etario considerando que la vejez produce una disminución en la eficiencia del desarrollo de las habilidades cognitivas. Además, hoy en día la vejez se considera como una etapa de vida activa en la cual se puede lograr una autonomía individual.

Este aumento de población ha traído consigo el aumento de otros factores, como el abandono de este segmento de la población [3] y el aumento porcentual de la cantidad de adultos mayores que viven solos, es decir, independientes o en viviendas unipersonales. En una investigación llevada a cabo por el Observatorio del Envejecimiento se analizaron datos de la última encuesta Casen (2017) y se alertó que este número asciende a 460.000 personas lo que equivale a un 13.4% de la población de 60 años o más. Este número abarca tanto a adultos que decidieron vivir en soledad para ser autónomos como también a personas que por diversos motivos se sienten solas o quedaron viudas. [4]

A nivel país se está avanzando en políticas y/o proyectos que van en ayuda de los adultos mayores. Un ejemplo actual es la campaña “Vamos Chilenos” realizada en septiembre de 2020, la cual fue una iniciativa de la Fundación Conecta Mayor de la Pontificia Universidad Católica de Chile. El objetivo de esta campaña fue recaudar recursos para hacer llegar “kits de insumos y alimentos” a adultos mayores, junto con un dispositivo llamado CM-VIRTUAL, el cual es un smartphone cuya interfaz está diseñada especialmente para ellos. [5, 6]

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La problemática abordada en el presente proyecto se basa en el aumento gradual, en los últimos años, de la cantidad de adultos mayores que se encuentran viviendo en soledad por motivos de fuerza mayor y no pueden contar con el apoyo de familiares y/o de redes institucionales.

En base a esto surge como necesidad encontrar la manera de subsanar esta situación y así brindarles el apoyo que requieren.

1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución que se propone en base a los antecedentes y la problemática particular planteada es diseñar un dispositivo tecnológico enfocado en el adulto mayor. Se pretende que este dispositivo sirva como elemento de ayuda dentro del hogar para que el usuario lo sienta como una herramienta de la vida diaria.

La forma de lograr esto es dotar al dispositivo con ciertos componentes como sensores para el hogar y una interfaz en la cual navegar la cual sea llamativa para el adulto mayor además de que no necesite de terceros para ser utilizada.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Diseñar un dispositivo tecnológico de ayuda para el adulto mayor con alto grado de independencia y enfocado en las actividades de la vida diaria.

1.4.2. Objetivos específicos

- Estudiar sobre la Gerontecnología y el contexto de vida actual de los adultos mayores en Chile.
- Recopilar información acerca de dispositivos tecnológicos existentes enfocados en la ayuda a las personas.

Capítulo 1. Introducción

- Seleccionar y programar los componentes en base a funciones consideradas como importantes en base a la investigación previa.
- Diseñar un prototipo considerando las etapas del proceso de diseño.
- Realizar pruebas del dispositivo en adultos mayores.

1.5. RESULTADOS ESPERADOS

Obtener un diseño base de un dispositivo tecnológico que cuente con funciones de apoyo y compañía para el adulto mayor.

Se espera que algunas de las siguientes funciones estén disponibles en un prototipo.

- Sensores para el hogar: detectores de movimiento, sensores de humo.
- Sensores personales: que el usuario use un dispositivo que monitoree el pulso, temperatura, entre otros.
- Sistema de comunicación telefónica: tener una comunicación efectiva tanto con familiares como con servicios de ayuda.
- Sistema de alarmas: por ejemplo, si el usuario debe tomarse una pastilla o simplemente necesita de una alerta a una hora determinada.
- Dependiendo de la investigación de factibilidad se podrían agregar otras funciones.

1.6. METODOLOGÍA

Investigar acerca de los aspectos técnicos necesarios para el desarrollo del proyecto, los cuales en primera instancia son los siguientes:

Contexto del estilo de vida del adulto mayor (actividades, elementos de ayuda, investigaciones realizadas, aristas médicas); Dispositivos tecnológicos que se usen hoy en día en la ayuda de las personas; Programación de dispositivos tecnológicos.

El siguiente paso sería la selección, programación y montaje de los componentes que formaran parte del dispositivo. Diseñar un prototipo en 3D donde instalar los componentes, considerando que este debe ser llamativo para el adulto mayor.

Finalmente se contempla llevar a cabo pruebas del funcionamiento del dispositivo con adultos mayores.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. ESTADO DEL ARTE

Para colocar en contexto los alcances del proyecto planteado es necesario mencionar algunos términos involucrados, como que es la Gerontecnología, algunos robots de ayuda que existen hoy en día y a que nos referimos con actividades de la vida diaria.

Además, se hace necesario citar algunos documentos que nos ayuden a respaldar la temática abordada, como son la tasa de aumento de población del adulto mayor y las proyecciones de estas.

A continuación, se presenta la temática general del proyecto.

2.1.1. Gerontecnología

Gerontechnology: Why and How (2000), “El término Gerontecnología es un compuesto de dos palabras, “gerontología”, el estudio científico del envejecimiento y la “tecnología”: investigación, desarrollo y diseño de técnicas, productos y servicios nuevos y mejorados...La Gerontecnología se refiere a tecnología que satisface la necesidad de una sociedad que envejece, es decir, investigación, desarrollo y diseño en las disciplinas de ingeniería basadas en el conocimiento científico sobre el proceso de envejecimiento.”

El anterior párrafo daría una idea básica de lo que implica la Gerontecnología, pero hay mucho más que explicar.

La Gerontología, como se mencionó anteriormente, “es el estudio científico de la vejez y envejecimiento, desde una perspectiva multidisciplinaria biopsicosocial” (Glosario Gerontológico, SENAMA [7]).

- Biología: Investigación sobre los cambios que con la edad y el paso del tiempo se producen en los distintos sistemas biológicos del organismo.
- Psicológica: Estudio sobre los cambios y/o estabilidad que el paso del tiempo produce en las funciones psicológicas como la atención, la percepción, el aprendizaje y la memoria, la afectividad y la personalidad, entre otros fenómenos psicológicos.

Capítulo 2. Marco Teórico

- Social: Cambios de la edad relativos a roles sociales, intercambio y estructura social, cambios culturales, envejecimiento de las poblaciones.

Como se puede apreciar de lo citado desde el glosario gerontológico diseñado por el SENAMA, la gerontología esta cercano al ámbito científico, ya que explora diversas áreas un poco alejadas a lo que sería el cuidado médico (Geriatría).

La gerontología está continuamente investigando el avance de la población de adultos mayores, ya que en base a proyecciones tanto nacionales (Figura 2-1) como internacionales (Figura 2-2) se espera que para un futuro la población de adultos mayores aumente debido a que estos tienen mayor expectativa de vida y a su vez la tasa de natalidad disminuye.

Por esto es tan importante el papel de los investigadores, ya que se necesita tener un total conocimiento de las condiciones, calidad y estilo de vida de los adultos mayores modernos.

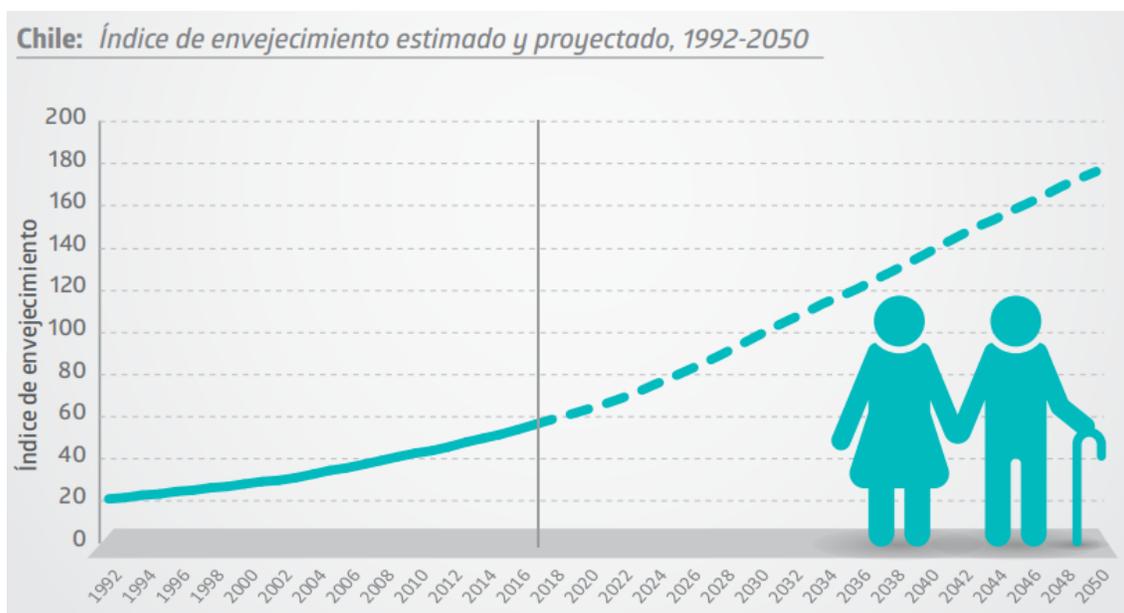


Figura 2-1 Índice de envejecimiento* estimado y proyectado en base a datos del Censo 2017

Fuente: INE, Estimaciones y Proyecciones de la población de Chile 1992-2050, diciembre 2018

*El índice de envejecimiento implica una relación porcentual entre la cantidad de personas de 65 o más años y una población de 100 niños cuya edad va de los 0 a los 14 años.

Evolución en el número de personas menores de cinco años y mayores de 65 años

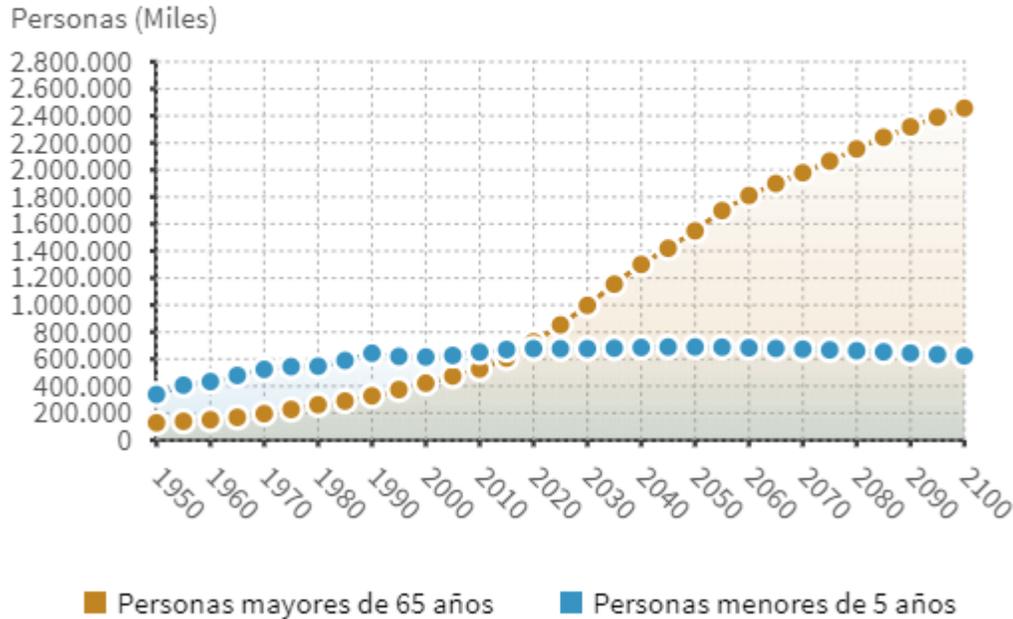


Figura 2-2 Evolución de población mundial actual y proyectado por la ONU

Fuente: <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/10114752/10/19/El-numero-de-personas-mayores-de-65-anos-en-el-mundo-ya-supera-al-de-ninos-menores-de-cinco.html>

El complemento a la gerontología en este caso es la tecnología, la cual continuamente va presentando avances, ya sea en el área de comunicaciones, transporte, salud, etc.

El uso de teléfonos celulares se ha masificado debido a la gran cantidad de prestaciones que ofrecen (llamadas, alarmas, fotografía, por mencionar algunas), los transportes han cambiado debido a los niveles de contaminación y el desarrollo de vehículos eléctricos o híbridos se hace común, en temas de salud y rehabilitación se encuentran tratamientos o curas para ciertas enfermedades que antes se consideraba imposible, en artefactos del hogar de uso diario este desarrollo tecnológico no se queda atrás, incluyendo dispositivos para cocinar, televisores inteligentes, ente otros.

Entonces la tecnología ha ayudado a facilitar la vida moderna, ofreciendo salidas rápidas para ciertos aspectos y también reemplazando funciones del día a día y es por esto último que los adultos mayores no se sienten conectados con estos avances, se tienden a quedar atrás y generan un recelo al uso de las tecnologías modernas.

Capítulo 2. Marco Teórico

Es importante el saber acercar la tecnología a los adultos mayores y en esto entra en juego la Gerontecnología, se tienen estudios donde se analiza a lo largo de años el comportamiento de un hogar de ancianos frente a robots, otros donde se estudian factores de la gerontología tales como edad, género, lugar de residencia, subgrupos de Gerontecnología dependiendo de la actividad a realizar y considerando que tecnologías desarrolladas actualmente pueden ayudar en estas áreas, otro ejemplo de estudio es el como una casa inteligente puede ayudar a pacientes con demencia.

Por lo tanto, como se puede ver, el área de estudio de la Gerontecnología es amplio y en este proyecto se va a considerar un área específica que sería la robótica destinada al adulto mayor.

2.1.2. Actividades de la vida diaria (AVD)

Según la página web de “Mi terapia sin fronteras”, las actividades de la vida diaria (AVD) se podrían definir como:

- “Las tareas vitales típicas necesarias para el cuidado de sí mismo y el auto mantenimiento, tales como el aseo, el baño, la alimentación, la limpieza de la casa y la lavandería.” (Kielhofner, 2004)

Es decir, actividades del día a día que se pueden considerar como básicas a realizar por una persona para que esta sea considerada como independiente.

La importancia de las AVD para adulto mayor radica en que estas se pueden ver afectadas por el paso de los años debido a distintos factores, ya sea por enfermedades de distinto tipo, como hipertensión, sordera, ceguera parcial, artrosis, Alzheimer, entre otros, como también por discapacidades físicas o las propiedades del hogar.

Capítulo 2. Marco Teórico

La AOTA (American Occupational Therapy Association) considera a las AVD dentro de una lista de ocupaciones básicas que deben o pueden ser realizadas por una persona [8].

- Actividades de la vida diaria (AVD) (básicas y personales)
 - Bañarse o lavarse
 - Uso de sanitarios
 - Vestirse
 - Alimentarse (tragar, llevar comida a la boca)
 - Movilidad básica dentro del hogar
 - Cuidado de artículos personales
 - Higiene personal
 - Actividad sexual
- Actividades instrumentales de la vida diaria (AIVD)
 - Cuidado de otros
 - Cuidado de mascotas
 - Crianza de hijos
 - Gestión de la comunicación
 - Conducción y movilidad comunitaria
 - Gestión Financiera
 - Gestión y mantenimiento de la salud
 - Establecimiento y administración del hogar
 - Preparación de comidas y posterior limpieza
 - Actividades y expresiones religiosas y espirituales
 - Mantenimiento de la seguridad y emergencia
 - Compras
- Descanso y dormir
 - Descansar
 - Preparación del sueño
 - Cuidados del sueño
- Educación
 - Participación formal en educación

Capítulo 2. Marco Teórico

- Necesidades de educación personal informal o exploración de intereses.
- Participación informal en educación personal
- Trabajo
 - Intereses y actividades laborales
 - Búsqueda y adquisición de empleo
 - Desempeño laboral
 - Preparación y ajuste de la jubilación
 - Exploración de voluntariado.
 - Participación en voluntariado.
- Diversión
 - Exploración de actividades de diversión
 - Participación en actividades de diversión
- Ocio
 - Exploración de actividades de ocio
 - Participación en actividades de ocio
- Participación Social
 - Comunidad
 - Familia
 - Amistades

2.1.3. Dispositivos tecnológicos de ayuda y/o apoyo

Antes de analizar los dispositivos desarrollados directamente para el adulto mayor, se deben tener en cuenta los dispositivos en general desarrollados para ayudar a las personas, ya sea en rehabilitación, salud o cuidados generales.

Dentro del desarrollo del mundo de la tecnología, se tienen áreas destinadas a la ayuda de realización de tareas o actividades del ser humano. Esta área de investigación contempla exoesqueletos (para distintas partes del cuerpo), robots de asistencia para la movilidad, robots de compañía, robots “mayordomos” y también las casas inteligentes.

2.1.3.1. Tangibot

Dispositivo robótico diseñado para analizar capacidades cognitivas del adulto mayor, su funcionamiento es simple: mediante unas paletas que se acercan al robot, este recibe una señal y se le dan indicaciones de avanzar, detenerse, girar a la izquierda o girar a la derecha.

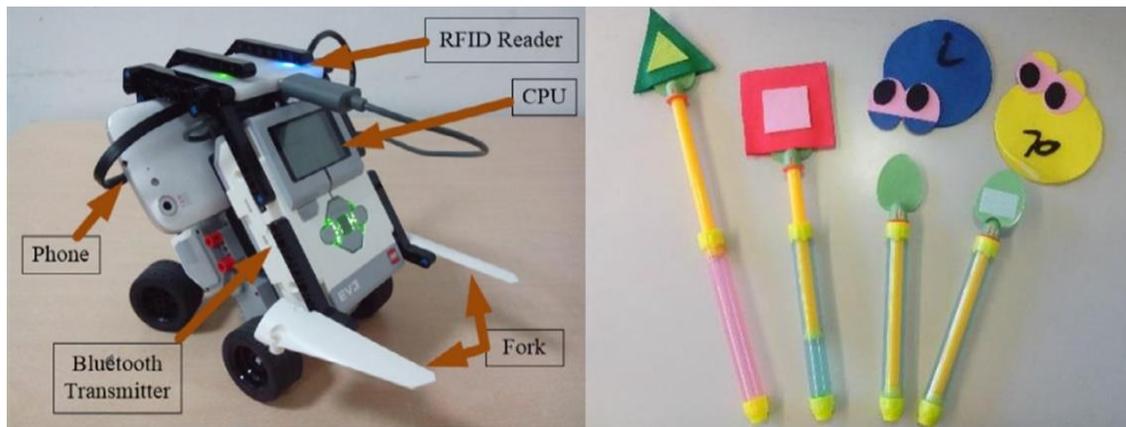


Figura 2-3 Robot Tangibot (izq); Paletas de control, de izq a der: Avanzar, Detenerse, Giro Izquierdo, Giro Derecho (der) [9]

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1.3.2. ARMin Robot

Robot de rehabilitación cuyo funcionamiento se basa en simular, mediante una computadora y el brazo robótico, actividades de la vida diaria (AVD), como por ejemplo cocinar, limpiar o usar una máquina de tiques.



Figura 2-4 ARMin III Paciente ejecutando AVD virtualmente (izq) Módulo para mano (der)
[10]

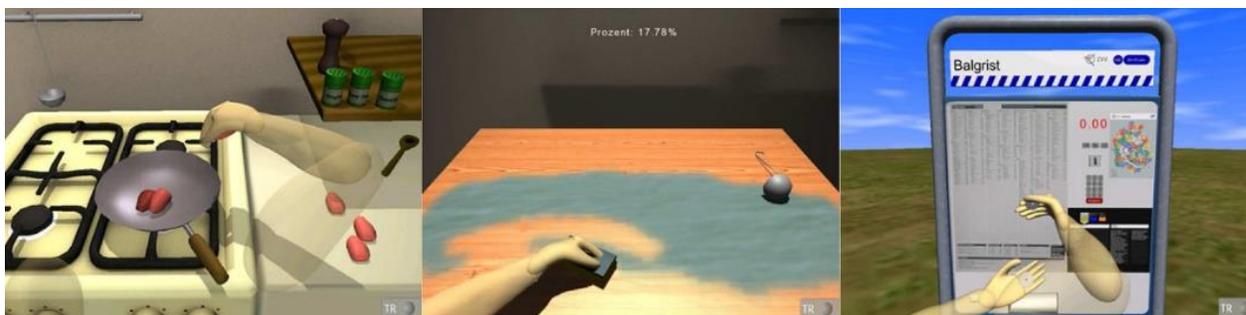


Figura 2-5 Actividades virtuales que se pueden realizar en el ARMin III: Cocinar, Limpiar, Usar máquina de tiques [10]

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1.3.3. *Exoesqueletos robóticos*

Los exoesqueletos han avanzado en su desarrollo a lo largo de los años, estos pueden servir en la rehabilitación de pacientes que han sufrido algún accidente (fisioterapia, por ejemplo) o también recuperar parcialmente la movilidad de partes del cuerpo (movilidad de una persona en silla de ruedas).



Figura 2-6 Exoesqueleto robótico de rehabilitación de extremidades superiores

Fuente: <https://www.harmonicbionics.com>

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1.3.4. Robot de telepresencia

Robots que ayudan tanto en el control de lugares como también en el contacto con demás personas. Pueden ser utilizados para realizar tareas de forma remota, organizar teleconferencias, controlar seguridad en habitaciones, etc.

En el ejemplo mostrado en la figura 2-8 se tiene un robot de telepresencia probado en un hogar de ancianos.

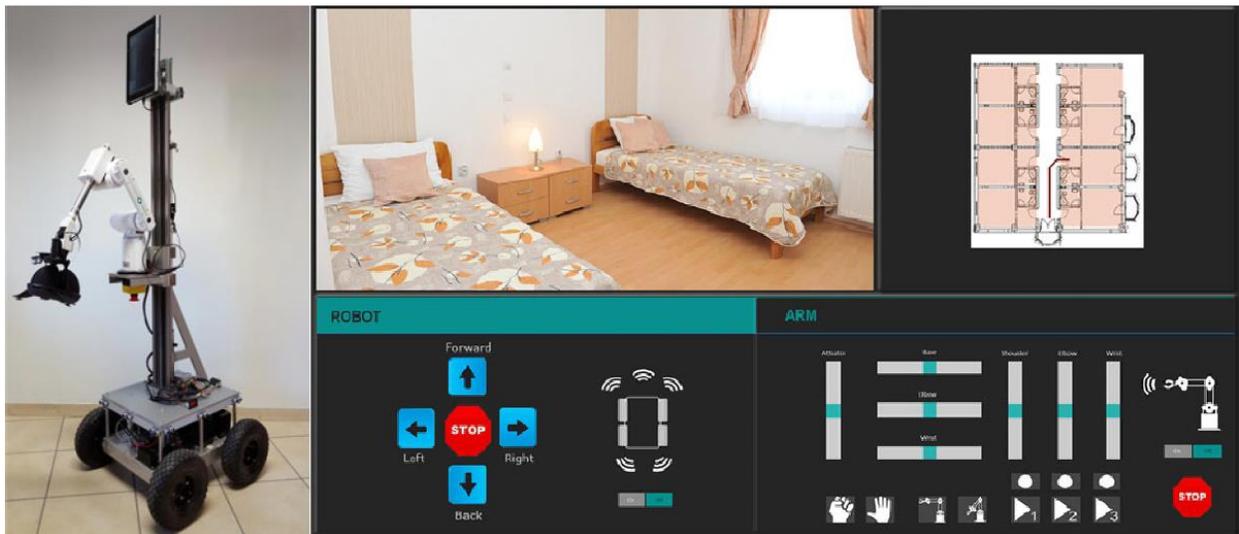


Figura 2-7 Robot de telepresencia (izq) Interfaz de control (der) [11]

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1.3.5. Casas inteligentes

Las casas inteligentes están tomando forma en los últimos años, con controles a distancia de luces que pueden cambiar de color controladas desde una aplicación, electrodomésticos que se pueden activar de forma remota o enviar alertas directamente al smartphone, sensores para detectar anomalías dentro del hogar, además de asistentes de voz para programar listas de compra, alarmas, entre otros.



Figura 2-8 Representación casa inteligente

Fuente: <http://innovacion.uas.edu.mx/los-hogares-inteligentes-como-una-realidad-proxima/>

2.2. ELEMENTOS QUE CONSIDERAR PARA EL PROYECTO

En este capítulo se ilustran las opciones en específico que pueden ser útiles en el desarrollo del proyecto tomando como referencia la información entregada anteriormente.

2.2.1. AVD consideradas para el proyecto

La principal arista médica de lo que abarca el cuidado del adulto mayor es la llamada “Funcionalidad del adulto mayor en la vida diaria”. La evaluación de esto es una medida tanto cualitativa como cuantitativa de cómo una persona efectúa ciertas actividades básicas, tareas o funciones de la vida diaria, como por ejemplo el vestirse, cocinar, moverse con libertad por el hogar, rutinas de salud, entre otros.

Existen estudios que indican distintos grados de funcionalidad (independiente, parcialmente dependiente y dependiente) teniendo en cuenta la edad, el género, factores externos e internos y tipo de actividad a realizar (Básica, Instrumental o Avanzada). [Zavala-González MA et al. Funcionalidad del adulto mayor, México, 2011]. Estos estudios indican que no todo adulto mayor va a presentar la misma disminución en su funcionalidad y eso es lo que hace difícil el enfoque de la ayuda o asistencia médica necesaria ya que se deben tener en cuenta “servicios para el anciano relativamente sano e independiente, servicios para aquellos que experimentan limitaciones y requieren apoyos, servicio para aquellos cuyas necesidades requieren cuidado institucionalizado” (O.P.S., 1994).

En base a esto se considera que las actividades que se busca poder abarcar serían algunas de las AIVD (actividades instrumentales de la vida diaria) junto con el “Descanso y dormir” las cuales un adulto mayor con alto grado de independencia debería ser capaz de realizar casi sin problemas.

Capítulo 2. Marco Teórico

De la lista de AIVD, las consideradas para el proyecto podrían ser:

- Gestión Financiera: Ayudar a mantener un orden de los gastos del hogar, como las fechas de pago de cuentas de servicios básicos o fechas de cobros de pensión.
- Gestión y mantenimiento de la salud: Tener alarmas en caso de estar bajo tratamientos con medicamentos. Incluir sensores para monitorear la salud, como por ejemplo un sensor de ritmo cardíaco o medidores de temperatura.
- Establecimiento y administración del hogar: Por ejemplo, tener recordatorios o sensores que ayuden a controlar el consumo de electricidad.
- Preparación de comidas y posterior limpieza: Recordatorios de horas de alimentación, además de poder programar dietas entregadas por indicaciones médicas.
- Mantenimiento de la seguridad y emergencia: Contar con sensores y/o alarmas para controlar sectores del hogar. Tener un contacto fácil y directo con servicios de emergencias o familiares.
- Compras: Programar compra de alimentos, medicamentos o lo que se considere esencial.

A pesar de considerar todas estas AIVD como importantes, no necesariamente todas estas van a llegar a ser tratadas debido a alcances de conocimientos.

2.2.2. Dispositivos enfocados en la ayuda al adulto mayor

Anteriormente se ilustraron algunos dispositivos de ayuda general para las personas (rehabilitación, asistencia), pero en este punto se pretende mostrar solamente los enfocados en la ayuda para el adulto mayor, lo que puede servir como base de un futuro diseño de una carcasa para el proyecto.

2.2.2.1. Robot Zora

A pesar de estar diseñado para rehabilitación general, este se utiliza en hogares de adulto mayor ya que ofrece una compañía distinta a lo convencional con una interacción directa con el usuario [12]. Puede ser usado tanto en juegos como en tareas de ejercitación como se observa la siguiente figura.



Figura 2-9 Robot Zora junto a pacientes (izq); Robot Zora durante sesión de terapia grupal (der)

Fuente: <https://www.nytimes.com/es/2018/11/30/espanol/zora-robot-ancianos-francia.html>

Capítulo 2. Marco Teórico

2.2.2.2. *GiraffPlus*

Robot móvil desarrollado en Europa para la asistencia del hogar del adulto mayor. Como funciones incluye el poder comunicarse por videollamadas con familia, amigos e incluso médicos, además de contar con sensores (en el hogar y de forma personal) para monitorear la salud y las actividades que realiza la persona.



Figura 2-10 Robot GiraffPlus en etapa de investigación, foto tomada por la Comisión Europea Año 2014

Fuente: <https://ecodiario.economista.es/ciencia/noticias/5758421/05/14/GiraffPlus-El-robot-de-asistencia-desarrollado-por-Europa-para-personas-mayores.html>

Capítulo 2. Marco Teórico

2.2.2.3. *Dinsow Mini 2*

Robot estático diseñado por la compañía CT Asia Robotics de Tailandia, esta variación portátil de sus robots más grandes hace de compañía para los adultos mayores [13] y también ofrece servicios como videollamadas. Uno de los puntos fuertes de este robot (y lo que explica su valor cercano a 2.000 USD) es que cuenta con inteligencia artificial, por lo tanto, a medida que pasa el tiempo va aprendiendo acerca de su usuario, por ejemplo, su voz, rutinas, su cara, lo cual ayuda a que cuando el robot detecte una anomalía avise a los familiares y doctores.



Figura 2-11 Dinsow Mini 2 en funcionamiento. Adulto mayor siendo atendido por videollamada.

Fuente: <https://www.qmayor.com/salud/cuidadores-4/>

Capítulo 2. Marco Teórico

2.2.2.4. *GrowMu Robot*

Robot diseñado en Europa bajo el alero de GrowMeUp Project. La idea de este robot es ofrecer una red de cuidados virtuales a los adultos mayores para proveer apoyo y asegurarse de que estén seguros y saludables.



Figura 2-12 Robot GrowMu

Fuente: <https://www.medicaldesignandoutsourcing.com/growmu-robot-and-elderly-can-learn-from-each-other/>

2.2.3. Estudios realizados con relación a los adultos mayores y el uso de tecnologías

En este capítulo se van a presentar estudios o presentaciones realizadas que ilustran los beneficios del uso de tecnologías en adultos mayores.

2.2.3.1. Evaluación y selección de tecnologías mejorando la calidad de vida de las personas mayores

Este artículo habla de la situación de los adultos tanto en Polonia como a nivel global [14], se encarga de presentar una perspectiva general de cómo es la situación de la población de los adultos mayores y su proporción, edades promedio de muerte.

Después de esta introducción el trabajo se divide en 5 puntos:

- Descripción de la Gerontecnología en base a textos de diversos autores (Kapur; Kumar; Bouma; Sale; Jansson and Kupiainen; entre otros)
- Clasificación que se le puede dar a la Gerontecnología dependiendo del tipo de actividad a realizar:
 - G1 – Salud
 - G2 – Educación
 - G3 – Comunicación interpersonal
 - G4 – Seguridad
 - G5 – Movilidad
 - G6 – Cuidado
 - G7 – Ocio
 - G8 – Alojamiento
 - G9 – Accesibilidad digital
- Metodología de estudio para crear un ranking de los tipos de Gerontecnología, en este caso se realiza una encuesta local (Polonia) y se clasifica la información demográfica de 3 formas, la primera son distintos rangos etarios 40-49 años, 50-59 años y 60 o más, la segunda es identificar el género de la persona, la tercera es el lugar donde habita considerando la población total de la ciudad.

Capítulo 2. Marco Teórico

- En el siguiente punto se explican las preguntas que se realizaron, siendo una de las destacadas que se les presento a los encuestados los distintos tipos de Gerontecnología planteados y se les solicito clasificar dependiendo de la importancia que le daban. Esta clasificación quedo de la siguiente forma:
 - G1 – Salud
 - G4 – Seguridad
 - G6 – Cuidado
 - G3 – Comunicación interpersonal
 - G5 – Movilidad
 - G2 – Educación
 - G7 – Ocio
 - G8 – Alojamiento
 - G9 – Accesibilidad digital
- El último punto corresponde a la conclusión de la investigación, en la cual un punto que se destaca es que la idea es que esta investigación pueda ser realizada en otros países para así obtener información y compararla.

2.2.3.2. *Robots sociales y personas mayores: un estudio comparativo sobre la influencia de Características Sociales Dinámicas sobre interacción humano-robot*

En este documento se presenta como contexto distintas soluciones robóticas que han surgido a lo largo de los años y como estas afectan a la vida diaria de los adultos mayores [15].

El objetivo del estudio investigar como interactúan los adultos con los robots en una actividad en particular, la cual es preparar te. Para esto se utilizaron tres plataformas de asistencia:

- El primero es un robot humanoide llamado Casper, capaz de reflejar distintos estados de ánimo debido a su estructura.
- El segundo corresponde a un robot llamado Ed, capaz de tener dos estados base, una cara neutra y una cara que simula una conversación.
- El tercero es una Tablet.

Capítulo 2. Marco Teórico

El estudio constaba en plantear el mismo método en las tres plataformas, se indicarían 6 pasos para preparar un té y se mediría posteriormente como se sintió el usuario interactuando con estos dispositivos.

Los datos del estudio fueron que los adultos mayores se sentían cómodos con la interacción ofrecida por el robot humanoide Casper ya que ofrecía una interacción personalizada, y veían tanto al robot Ed como a la Tablet como herramientas para usar en casa,

A pesar de esto, se considera que los resultados pueden verse afectados por factores como el género de los adultos estudiados y la preferencia por ciertos tipos de voz, o el lugar de aplicación del estudio en sí.

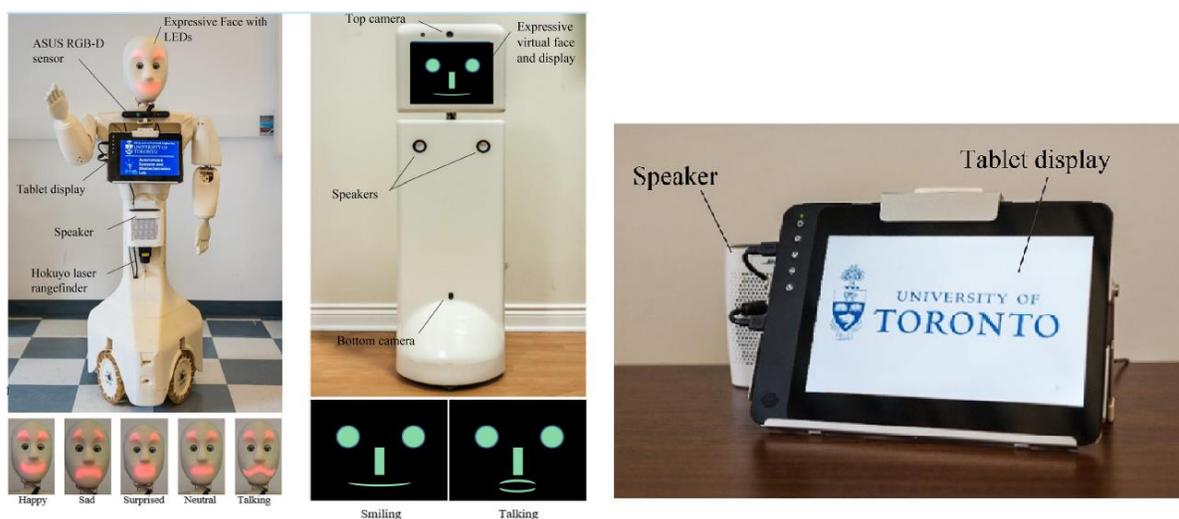


Figura 2-13 Los tres dispositivos utilizados. A la izq El robot Casper; Medio El robot Ed; A la der La Tablet [15]

CAPÍTULO 3. SELECCIÓN DE COMPONENTES

3.1. CONTEXTO

Para la selección de componentes se tienen en cuenta dos factores. El primero corresponde a criterios considerandos como esenciales en base a estudios citados con anterioridad, donde se considera que la salud y la seguridad son dos de los criterios más importantes, además de las AVD consideradas como importantes.

El segundo factor corresponde a una entrevista otorgada por Sofía Troncoso quien forma parte de la Fundación Conecta Mayor (S. Troncoso, videollamada, 3 de noviembre de 2020), en la cual se habló sobre que funciones podrían ser añadidas o modificadas teniendo en cuenta la respuesta entregada por el dispositivo al usuario.

Bajo el primer criterio se considera importante contar con sensores o módulos que cumplan las siguientes funciones:

- Medidor de pulso cardíaco: Se considera importante para poder monitorear la salud en caso de necesidades médicas.
- Módulo de reloj para fijar alarmas: Debido al envejecimiento, se hace común la ingesta de medicamentos por diversas patologías. Los medicamentos muchas veces se deben ingerir en un horario específico, por lo tanto, se hace importante tener un módulo que ayude a tener un recordatorio e indique los medicamentos a ser consumidos.
- Módulo para realizar llamadas o enviar mensajes de emergencia: Pueden existir accidentes domésticos o el adulto mayor puede sentirse mal de salud o quizá no se sienten seguros dentro del hogar, por lo tanto, se considera importante tener un dispositivo que permita generar alertas a algún contacto preestablecido.

Considerando ahora los consejos entregados durante la entrevista, se tienen los siguientes factores:

- En el caso del uso del sensor de ritmo cardíaco, es importante que el usuario obtenga una respuesta de esta medición y no sea solo un número, ya que puede llevar a problemas de paranoia.

Capítulo 3. Selección de Componentes

- Para las alarmas de medicamentos, se aconseja que este indique cual debe ser tomado en el momento, ya que en el caso del dispositivo celular entregado por la fundación Conecta Mayor se asumió que el adulto mayor asociaría la alarma a un medicamento en específico y esto no fue así. También lo ideal es que sea el mismo usuario quien interactúe con el dispositivo para ingresar tanto alarma como el medicamento que corresponda.
- Debido al contexto actual de pandemia se aconsejó agregar un sensor para medir la temperatura, además de que es algo que se realiza de forma común y forma parte de los exámenes básicos para la salud.
- Como último punto se mencionó la interacción del adulto mayor con el dispositivo, teniendo como meta que el uso sea lo más simple y autónomo posible para que no se deba depender de terceros para llevar a cabo ciertas funciones.

3.2. COMPONENTES NECESARIOS PARA EL PROYECTO

Ya que el objetivo es diseñar un dispositivo tecnológico que ofrezca una cantidad determinada de funciones, se escogió como base de trabajo la plataforma Arduino.

La selección de esta fue en base a dos criterios, el primero es la gran cantidad de accesorios o módulos existentes para este tipo de dispositivos, los cuales van desde pantallas y botones hasta motores o sensores de temperatura.

El segundo criterio es que la plataforma es de código abierto (*open source*) lo que hace fácil encontrar tutoriales sobre cómo utilizar los sensores.

A continuación, se va a presentar la lista de elementos que se adquirieron para la realización del proyecto, teniendo en cuenta los criterios y consejos mencionados en el punto 3.1.

3.2.1. Arduino UNO R3

Se escogió una placa Arduino UNO debido a que es una de las gamas de entrada a estos dispositivos. Existen dos variaciones de esta placa las cuales se basan en el chip que tienen integrado para llevar a cabo las tareas, en un caso este chip está soldado directamente a la placa y en el otro es intercambiable.

Para este proyecto se escogió este último, ya que al no estar familiarizado con la plataforma podían ocurrir accidentes y quemar el chip.

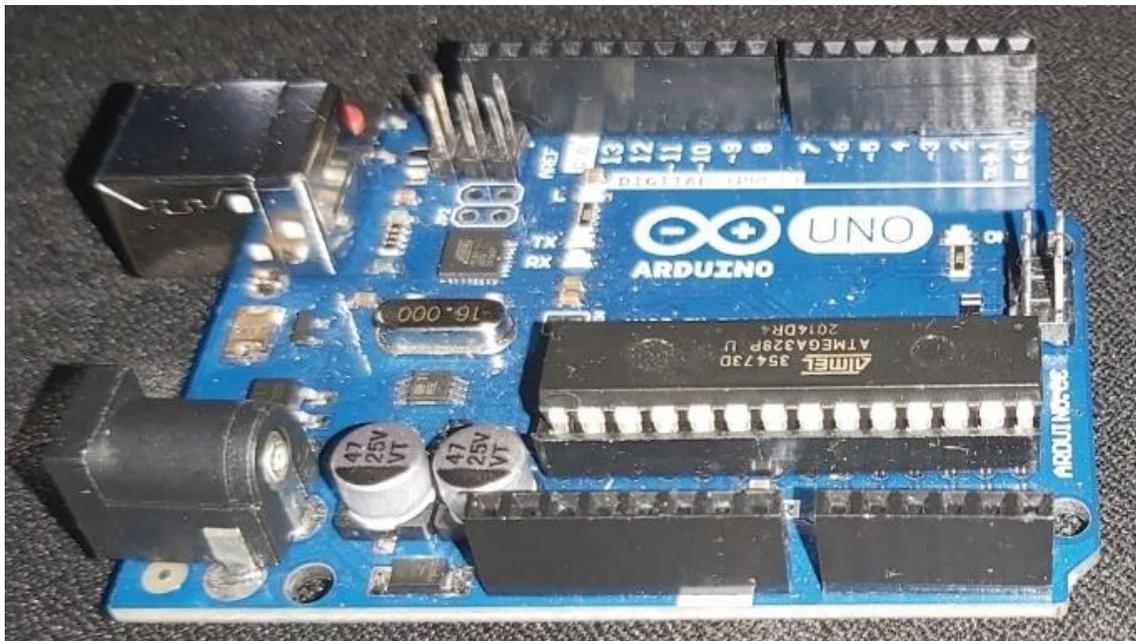


Figura 3-1 Dispositivo Arduino UNO R3

3.2.2. Protoboard

La ventaja de una protoboard es que permite la conexión en paralelo de varios dispositivos hacia el Arduino. Mientras más grande sea esta, más conexiones permite realizar.

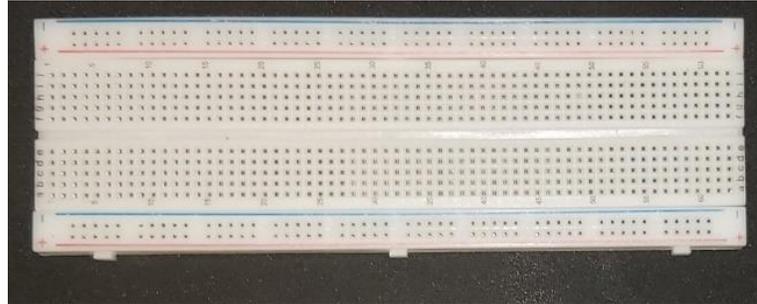


Figura 3-2 Protoboard adquiridas

3.2.3. Pantalla LCD 20x4

Existe una gran variedad de pantallas, desde LCD matriciales como la seleccionada hasta pantallas LED para mostrar información a color. La nomenclatura 20x4 indica que cuenta con 20 columnas y 4 filas de caracteres, esto implica que puede mostrar una mayor cantidad de información, razón por la cual fue la escogida.

Además, es importante que esta pantalla cuente con una interfaz I2C, ya que cumple la función de reducir la cantidad de conexiones necesarias hacia el Arduino al ser un convertidor de señal.

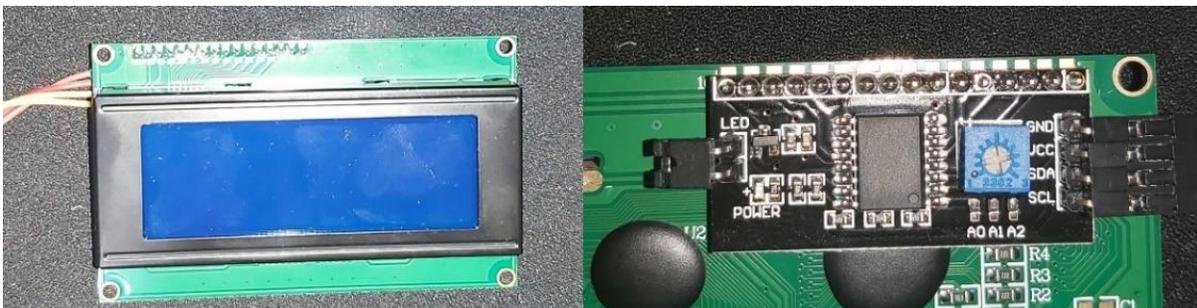


Figura 3-3 (IZQ) Pantalla LCD 20x4. (DER) Interfaz I2C soldada a los pines de la pantalla.

3.2.4. Sensor de ritmo cardíaco

Uno de los módulos importantes del proyecto, ya que es necesario monitorear la salud constantemente, en especial la de los adultos mayores.

Este sensor es particularmente sensible, por lo que es importante ser cuidadoso al momento de manipularlo debido a su tamaño. Cuenta con 3 conexiones, dos de las cuales corresponden a energía y la tercera a la que envía la señal analógica hacia el Arduino.



Figura 3-4 Sensor de ritmo cardíaco

3.2.5. Módulo reloj DS3231

Este módulo tiene la capacidad de funcionar por si solo debido a la pila con la que cuenta. Su selección se basa en que se pretende programar un sistema de alarmas para medicamentos.

De los 6 pines que se observan solo será necesario usar 4. GND y VCC corresponden a tierra y 5V respectivamente y SCL junto con SDA corresponden a las conexiones mediante protocolo I2C.



Figura 3-5 Módulo reloj DS3231

3.2.6. Teclado Matricial 4x4

Este accesorio se escogió ya que se van a realizar pruebas para poder crear un menú multifunción donde estén indicados todos los módulos conectados al Arduino y poder seleccionar cuál de ellos utilizar.

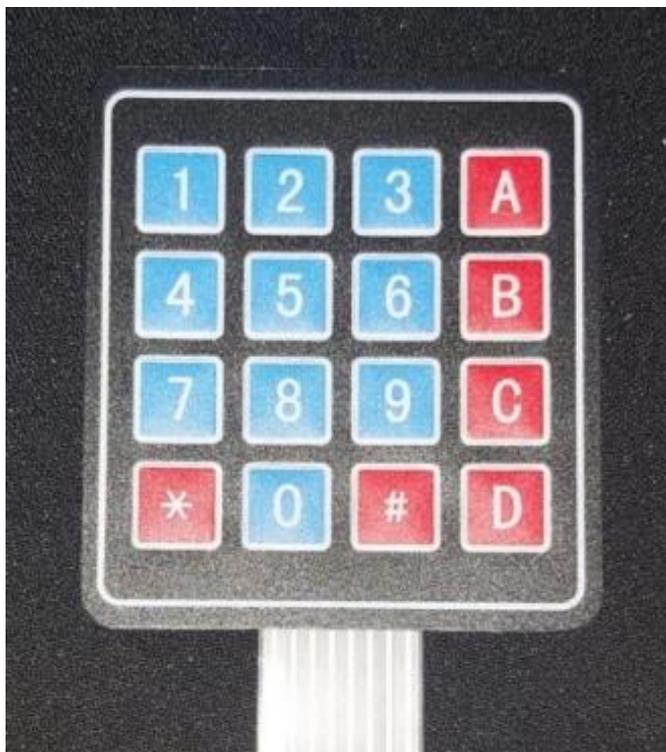


Figura 3-6 Teclado matricial 4x4

3.2.7. Módulo GPRS Shield SIM900

La selección de este módulo se basa en que se pretende tener un sistema de llamadas o mensajes de alerta en caso de emergencias. Como se observa en la imagen en la parte trasera (derecha) cuenta con un sujetador de tarjetas SIM. Existen distintas variaciones o modelos de este tipo de módulos GPRS. El sufijo *Shield* implica que, mediante una modificación, este puede ser conectado de manera directa a un dispositivo Arduino.

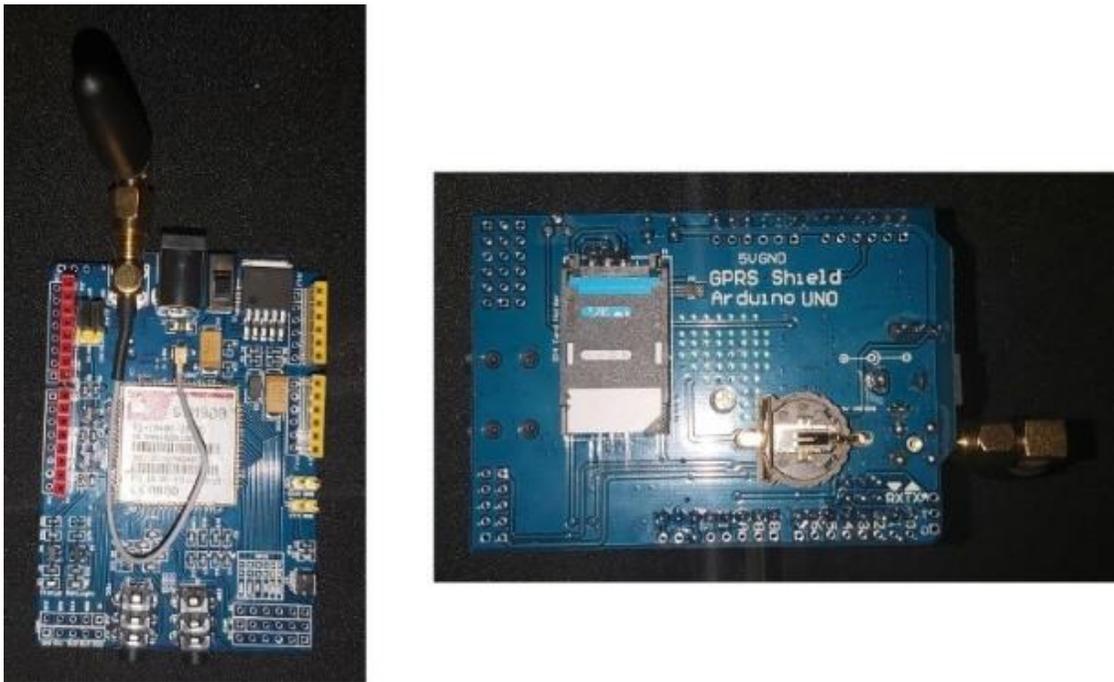


Figura 3-7 (IZQ) Frontal Módulo SIM900 (DER) Posterior Módulo

3.2.8. Módulo sensor de temperatura GY-906 MLX90614

El siguiente módulo es un sensor de temperatura infrarrojo el cual utiliza el protocolo I2C para comunicarse con el Arduino. Este sensor es capaz de medir la temperatura ambiente y la temperatura del objeto al que este apuntando el lente del sensor.



Figura 3-8 Módulo sensor de temperatura

CAPÍTULO 4. MONTAJE DE LOS MÓDULOS

4.1. MONTAJES REALIZADOS

En este capítulo se va a mostrar los montajes de los módulos presentados en el capítulo 3, esto para poder hacer las pruebas de cada uno por separado.

Posteriormente se realizará el montaje de todos los módulos a la vez para comprobar que no exista problema de compatibilidad entre estos.

4.1.1. Montaje Sensor de Ritmo Cardíaco

Las conexiones y el programa utilizado permiten que las lecturas del sensor (previa transformación de estos) sean mostradas en la pantalla LCD.

Además, se muestra como información fija algunos rangos de ritmo cardíaco para que el usuario tenga una referencia.

El método de uso es simple, ya que se debe colocar la yema del dedo en el centro del sensor.

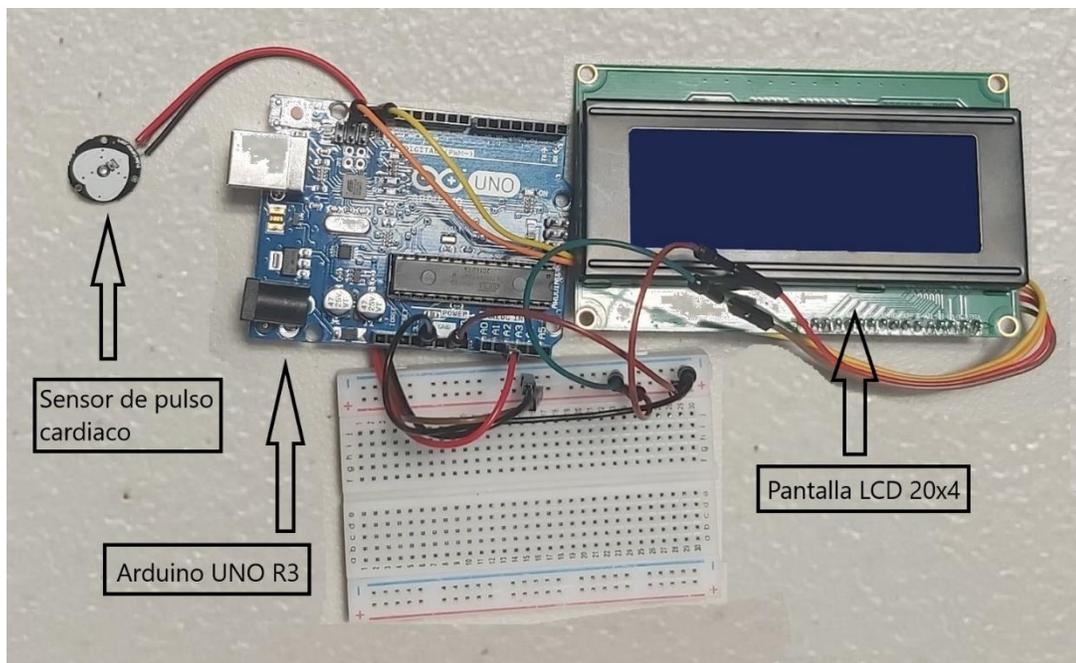


Figura 4-1 Armado de plataforma para medición de ritmo cardíaco

4.1.2. Montaje módulo Reloj

Lo que realiza este montaje es mostrar en la pantalla LCD la información de la hora y fecha obtenida por el módulo de reloj DS3231.

Este módulo de reloj puede ser utilizado para configurar una alarma, comparando valores arrojados por este versus datos de hora ingresados a la programación. La forma de ingresar esto sería directo al código o usar métodos externos.

Una forma de ingresarlo de manera externa es utilizar el teclado matricial 4x4, el cual cuenta con los números del 0 al 9 para poder realizar esta tarea. Además, se hace necesario contar con un método para hacer notar esta alarma, el cual pueden ser leds o mensajes dentro de la pantalla con un texto de alerta.

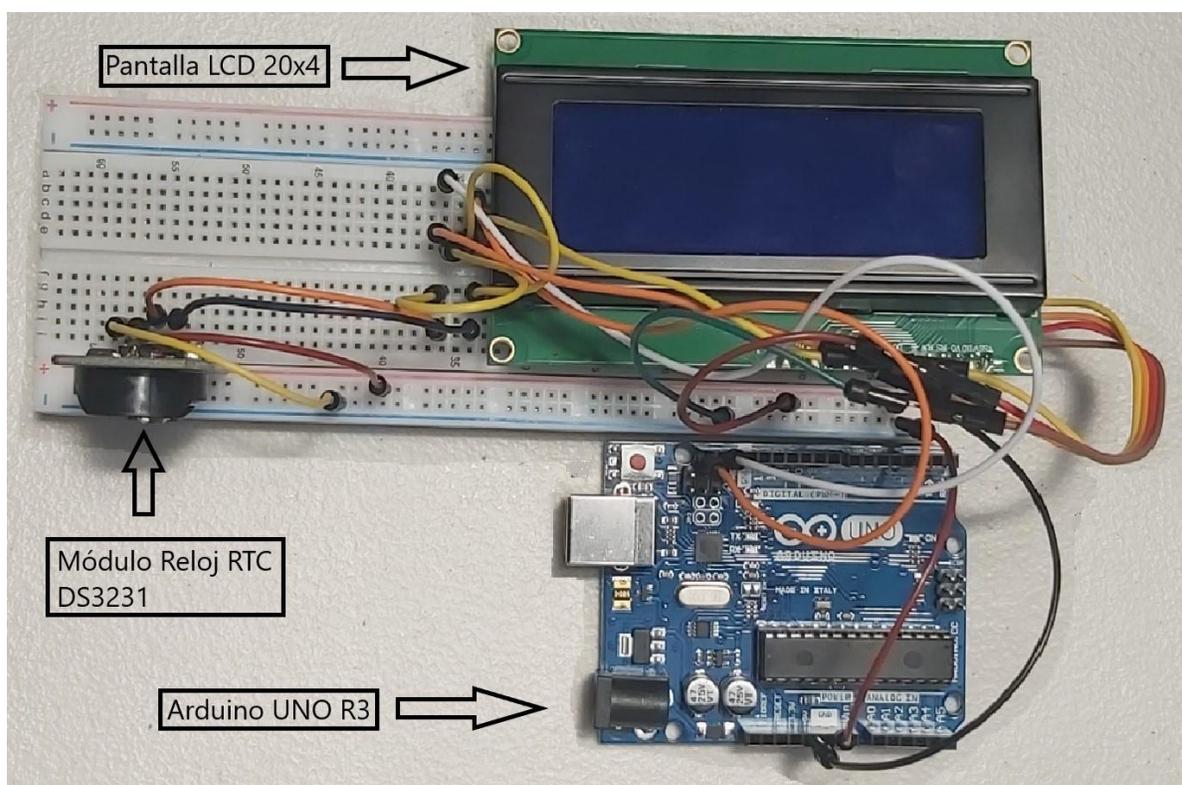


Figura 4-2 Armado de plataforma para información horaria

4.1.3. Montaje Medidor de Temperatura

La función de este montaje es utilizar el módulo GY-906 para medir la temperatura ambiente y la temperatura del objetivo que se coloque por delante de este, ya que como se explicó anteriormente cuenta con un sensor infrarrojo para mediciones sin contacto.

El montaje es bastante simple ya que el módulo cuenta con 4 conexiones, dos para energía y otras 2 para enviar la señal mediante protocolo I2C.

El método de uso consiste en ubicar la superficie del cuerpo a 1-2 cm de distancia del sensor para que este muestre los valores de forma correcta.

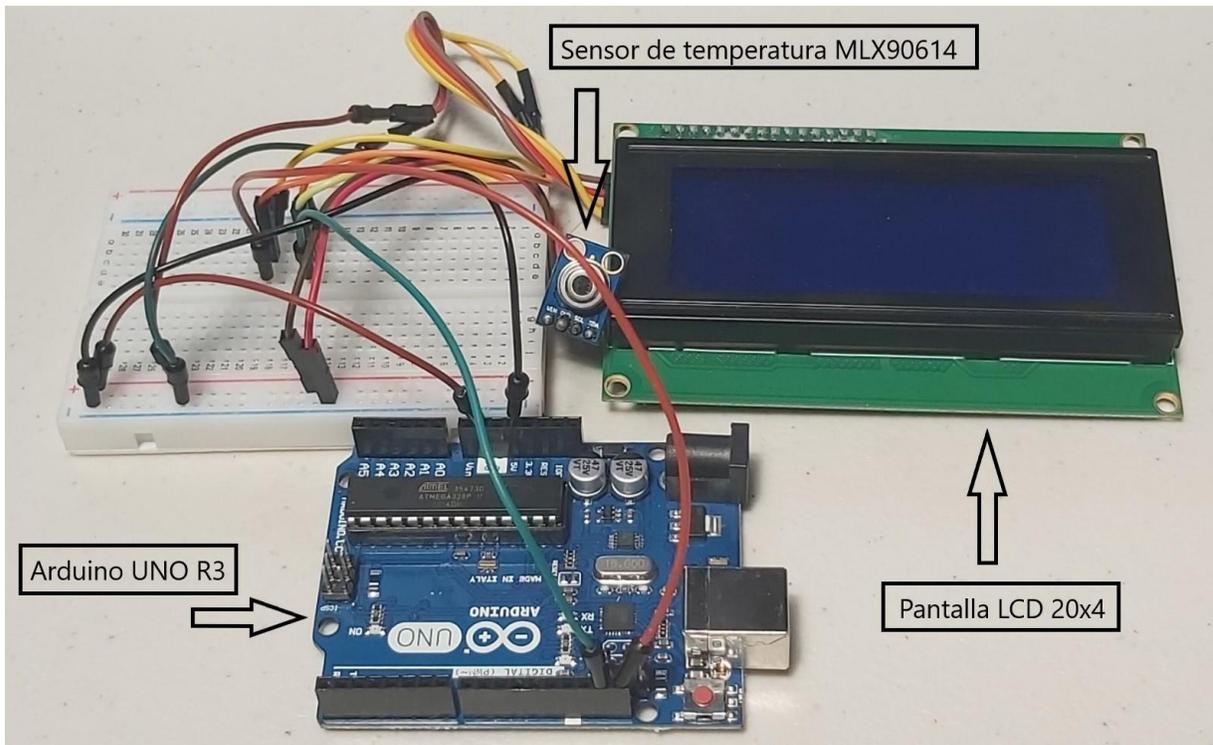


Figura 4-3 Armado de plataforma para medición de temperatura

4.1.4. Montaje Módulo para llamadas

Las conexiones son simples en este caso, ya que la mayoría del trabajo se realiza mediante el código que se sube al Arduino.

La idea es que este montaje sirva como método de botón emergencia, por lo que el número telefónico linkeado al código debe estar en todo momento encendido y ser de fácil acceso.

Este dispositivo puede usarse para enviar mensajes y además para poder realizar llamadas ya que cuenta con dos conexiones para un micrófono y un parlante.

El uso de una fuente externa como una batería es necesario ya que este tipo de dispositivo demanda una cantidad de energía extra.

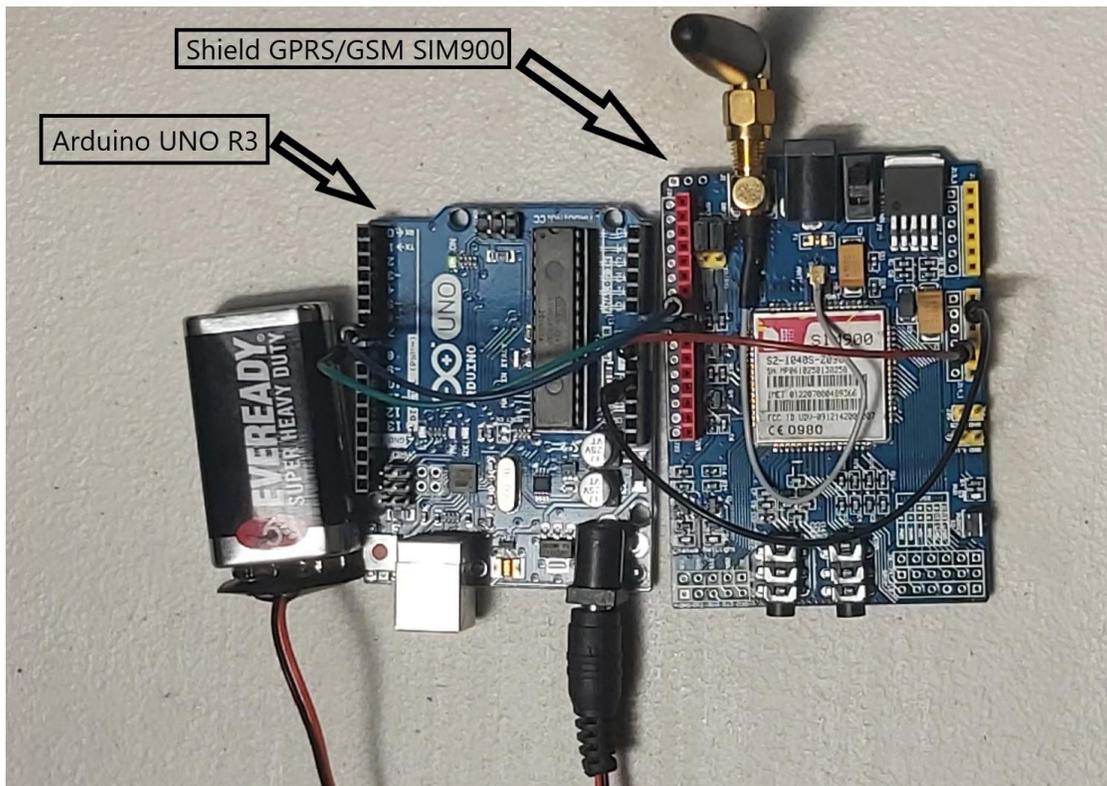


Figura 4-4 Armado de plataforma para mensajes y llamadas de emergencia

4.1.5. Montaje Final

En esta fase se montaron en conjunto todos los módulos mostrados anteriormente junto con el teclado matricial. La importancia de este último es que se programó un menú multifunción el cual ayuda a navegar entre las funciones de forma sencilla y utilizando la pantalla para mostrar información importante.

Un factor que facilitó el montaje fue que 3 de estos utilizan un protocolo I2C por lo que el montaje de ellos fue realizado en paralelo para así conectarlos a la misma entrada del Arduino. A continuación, se van a mostrar dos figuras, la primera corresponde a las conexiones en físico del sistema (Figura 4-5) y la segunda corresponde a un diagrama de conexiones (Figura 4-6) en el cual se observa con mayor claridad como debe ser montado el sistema.

Hay que tener en cuenta que algunos de los componentes no son iguales a los utilizados, pero al contar con las mismas conexiones estos sirven como referencia de igual manera.

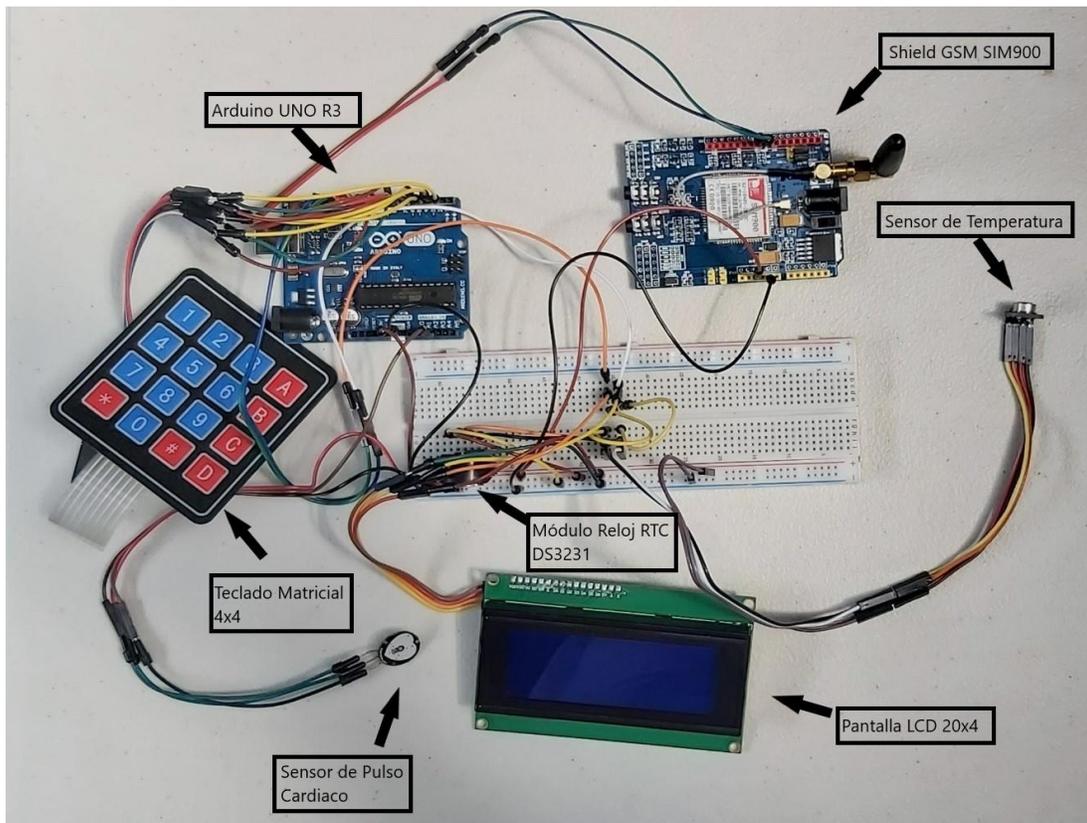


Figura 4-5 Montaje Físico de prototipo

Capítulo 4. Montaje de los Módulos

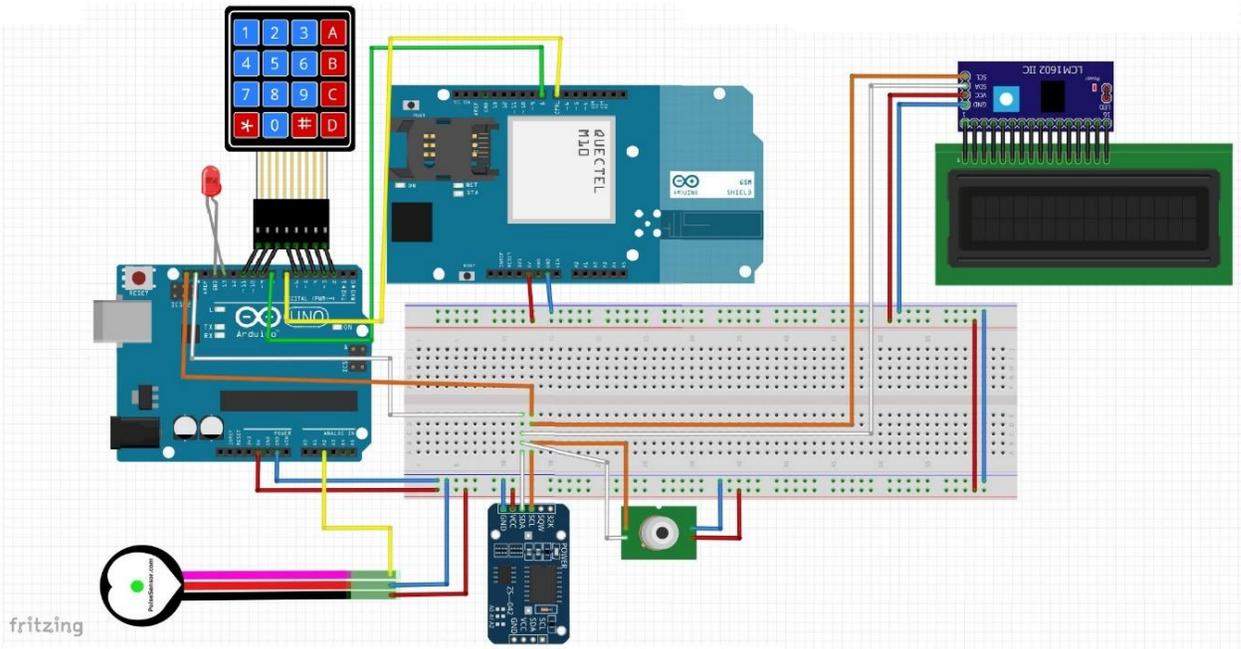


Figura 4-6 Esquema conexiones prototipo

4.2. ACERCA DE LA PROGRAMACIÓN

Los montajes de los módulos por si mismos no sirven de nada si no se tiene una programación de fondo, la cual será la encargada de controlar los protocolos.

Como se ha mencionado con anterioridad es fácil encontrar códigos de programación de los distintos módulos y la tarea va a ser analizar cuales utilizar para así modificarlos en beneficio del proyecto.

En este proyecto fue necesario buscar y modificar 5 códigos, además de un sexto para el sistema de menús propuesto. Los 5 códigos van a presentar librerías las cuales van a facilitar la comunicación de estos con el Arduino.

Las librerías utilizadas fueron las siguientes:

- PulseSensorPlayground.h: esta encargada del funcionamiento del sensor de ritmo cardíaco.
- LiquidCrystal_I2C.h: esta librería es la que ayuda a controlar la pantalla lcd mediante el protocolo I2C.
- Keypad.h: encargada del control del teclado matricial.
- Wire.h: es la que permite que el dispositivo Arduino sea capaz de establecer comunicación con los sensores conectados mediante el protocolo I2C.
- Adafruit_MLX90614.h: librería que corresponde al sensor de temperatura.
- RTCLib.h: librería que controla el módulo de reloj.
- SoftwareSerial.h: permite la comunicación de los pines digitales del Arduino.

La demás información de importancia va a ser comentada en las líneas de programación de Arduino. [Anexo 1]

CAPÍTULO 5. FASE DE DISEÑO

5.1. DISEÑO DE LA CARCASA

Se tomaron como referencia los componentes a utilizar para poder diseñar una carcasa donde estos serán montados. Para poder facilitar el montaje de estos, es que se diseñó una carcasa compuesta por dos partes.

La primera pieza va a ser donde va a estar montado el prototipo y la segunda pieza es una cubierta. El listado de a que corresponde cada parte de esta carcasa es la siguiente:

- (1) En este punto se puede instalar un micrófono conectado al módulo GSM SIM900
- (2) Espacio para teclado matricial
- (3) Ubicación del sensor de ritmo cardíaco.
- (4) Espacio para pantalla LCD
- (5) Ubicación del sensor de temperatura.
- (6) Por dentro puede ir ubicado un parlante conectado al módulo GSM SIM900.
- (7) Montaje del módulo Arduino
- Tanto el protoboard como el módulo GSM SIM900 irían montados de manera interna y su ubicación final dependerá del espacio disponible. El módulo de reloj va montado directo sobre la protoboard.

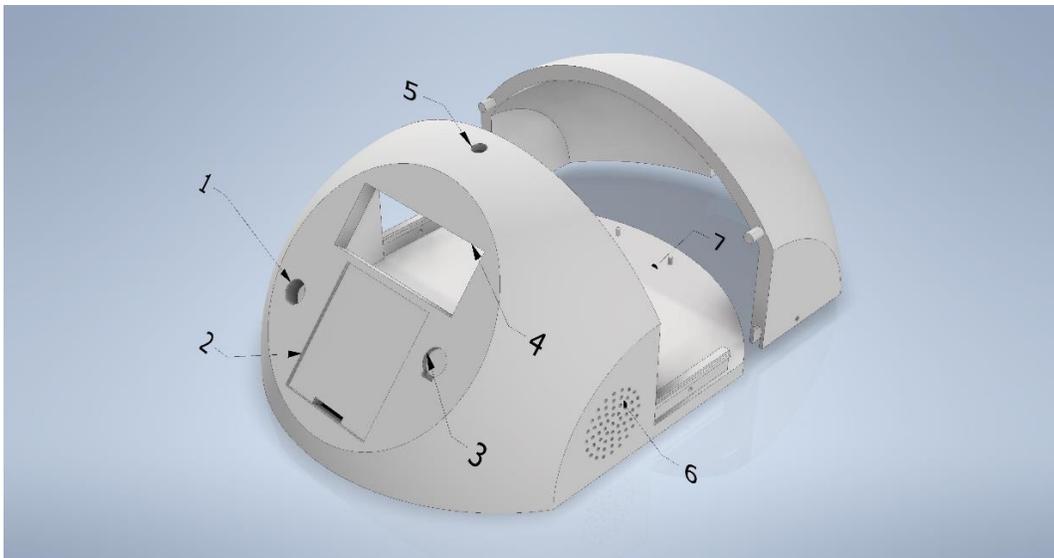


Figura 5-1 Diseño de Carcasa para montaje de Prototipo



Figura 5-2 Carcasa con los componentes montados

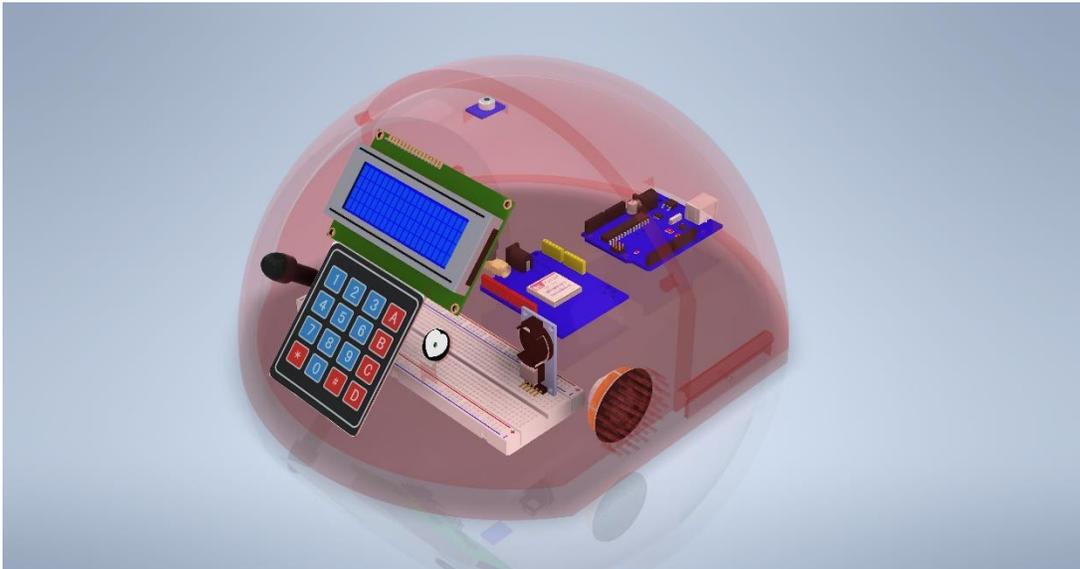


Figura 5-3 Distribución interna de los componentes

Para el diseño de esta carcasa se tomó como referencia un trabajo realizado en un ramo electivo correspondiente al Minor de Diseño Estructural, concretamente el módulo de Selección de Materiales en Diseño Mecánico.

Capítulo 5. Fase de Diseño

Como proyecto final de este módulo se trabajó en la etapa de diseño de una estructura, en el caso particular se trabajó en el diseño de un dispositivo robótico, el cual luego de las etapas de iteración llegó al siguiente diseño.

Este proyecto de proceso de diseño será presentado en el Anexo 2

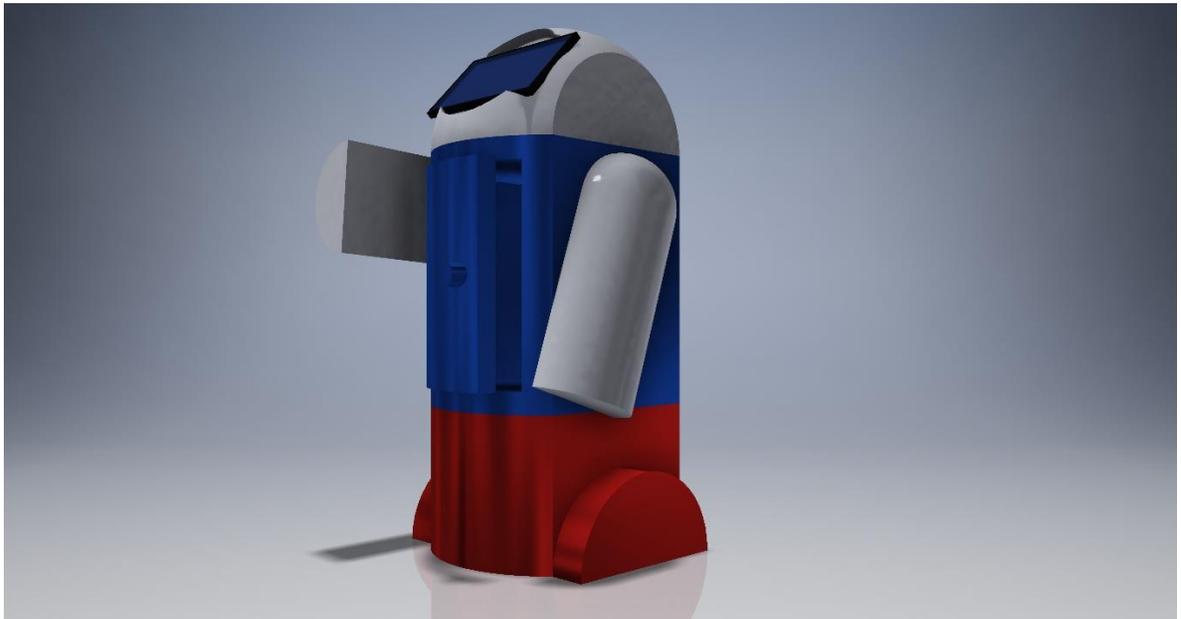


Figura 5-4 Diseño estructura futura del dispositivo (Colores Referenciales de las 3 Partes)

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1. PROTOTIPO Y PRUEBAS

El análisis de resultados se va a dividir en dos aspectos, el primero corresponde a las funciones programadas en el dispositivo y el segundo punto serían pruebas realizadas en adultos mayores. Para la prueba en adultos mayores se va a elaborar una encuesta para así saber cómo se sintieron utilizando el dispositivo y los comentarios que se tengan al respecto.

6.1.1. Funciones programadas en el prototipo

A continuación, se van a mostrar figuras correspondientes a las pruebas realizadas a nivel personal para así ilustrar el funcionamiento del dispositivo.

Este va a contar con un menú en el cual se debe navegar mediante el uso del teclado matricial, teniendo la opción de navegar entre las dos pestañas disponibles usando las teclas “1” y “2”.

En la pestaña “1” se van a tener tres opciones:

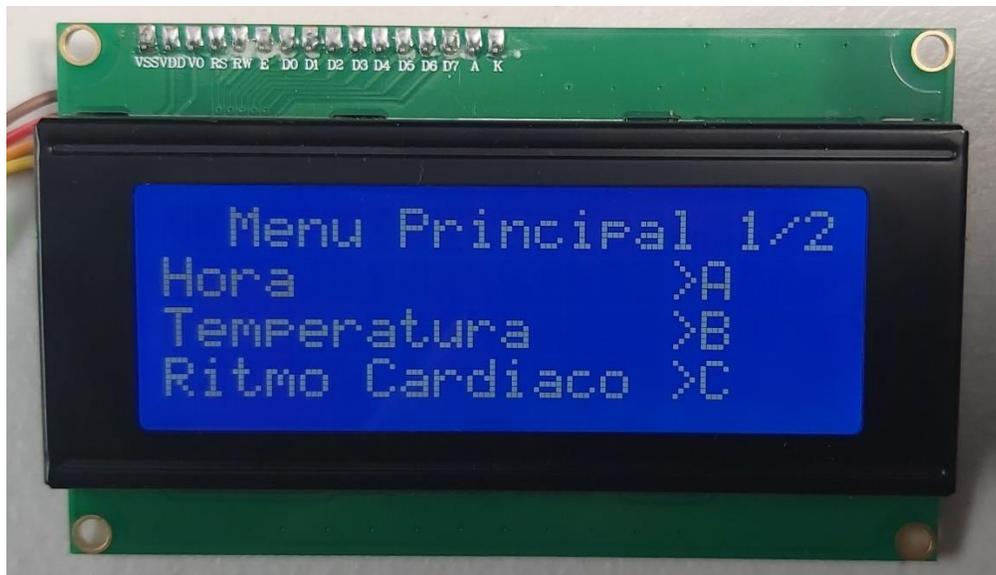


Figura 6-1 Pestaña 1 Menú Prototipo

Capítulo 6. Análisis de resultados

- Al presionar la tecla “A” se va a ingresar al menú del módulo reloj, donde en la pantalla se podrá ver la hora y fecha además de poder fijar una alarma. Para poder fijar la alarma se deberá presionar nuevamente la letra “A” lo cual dará paso a un segundo menú donde se solicita ingresar la hora. Una vez ingresada el sistema guarda este dato y cuando la hora de la alarma coincida con la hora del reloj este mostrará en la pantalla un mensaje de alerta y además un listado de medicamentos que se deba ingerir. La alarma se desactiva presionando cualquiera de los botones disponibles. Una vez desactivada el sistema vuelve por si solo a la pestaña 1.



Figura 6-2 Menú Reloj. Fecha y Hora (Izq) Configuración de Alarma (Der)



Figura 6-3 Alarma con Recordatorio de medicamentos

Capítulo 6. Análisis de resultados

- Al presionar la tecla “B” se va a ingresar al menú del módulo sensor de temperatura, donde en la pantalla se va a mostrar tanto la información de la temperatura ambiente como la temperatura de un objetivo.



Figura 6-4 Menú de temperatura

- Al presionar la tecla “C” se va a ingresar al menú del módulo de ritmo cardíaco, en la pantalla se van a mostrar los BPM (*Beats Per Minute*) junto con distintos rangos que indican si este es bajo, normal o alto.



Figura 6-5 Menú Pulso Cardíaco

- En los tres casos ilustrados anteriormente, la tecla “D” va a servir para poder volver al menú principal, es recomendable que esto se realice después de unos segundos debido al método de trabajo de la programación.

Capítulo 6. Análisis de resultados

En la pestaña “2” se van a tener solo dos opciones y son las correspondientes al módulo GSM SIM900 y las que conforman el apartado de seguridad del dispositivo:



Figura 6-6 Pestaña 2 Menú Prototipo

- Al pulsar la tecla “A” se va a ingresar a la función de llamada del módulo, la cual se efectúa a un número telefónico fijado con anterioridad.

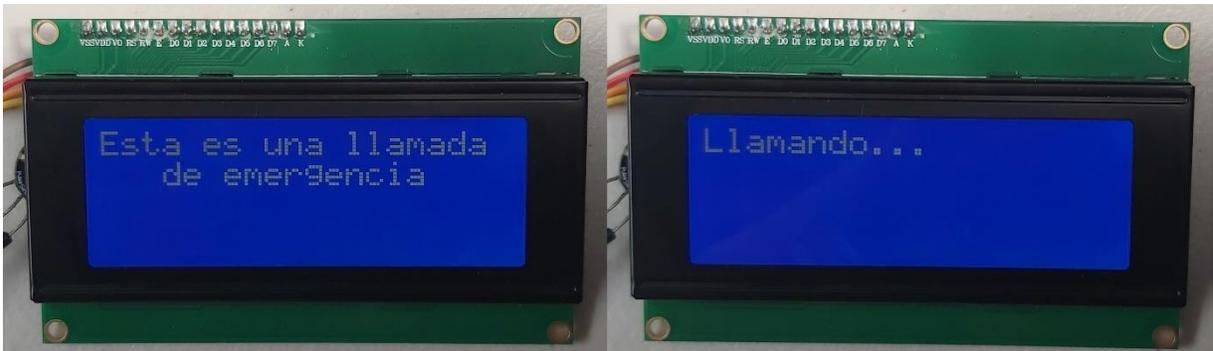


Figura 6-7 Menú llamada de emergencia

Capítulo 6. Análisis de resultados

- Al pulsar la tecla “B” se va a ingresar a la función de mensaje de texto, al igual que la anterior esta se efectúa a un número fijado con anterioridad y el texto contenido también lo es.

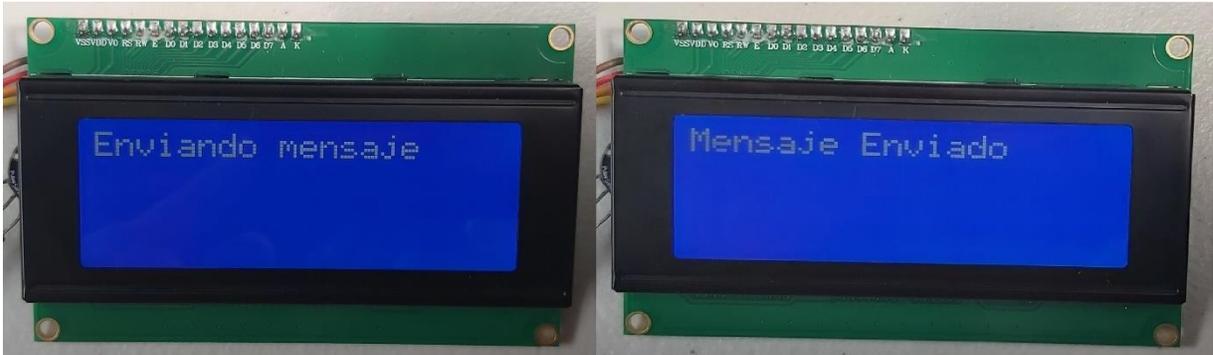


Figura 6-8 Menú Mensaje de emergencia

- A diferencia de las opciones de la pestaña “1”, no se necesita pulsar una tecla para volver al menú anterior, ya que dentro de la misma programación se incluyó un código que permite terminar el proceso una vez la tarea sea efectuada.

6.1.2. Prueba en Adultos Mayores

Debido a la situación actual de pandemia y considerando que los adultos mayores son una población de riesgo, esta prueba va a ser realizada con familiares directos.

La prueba consistió en los siguientes pasos:

- Primero se le entregó un consentimiento informado (Anexo 3) para poder contextualizar el estudio a realizar. A grandes rasgos la información contenida en este fue que el proceso debe ser informado y que los datos van a ser utilizados con fines de estudio.
- Luego se le realizó la primera serie de preguntas de la encuesta (Anexo 4) con respecto a su vínculo con la tecnología en general.
- El siguiente paso consta de explicar las funciones que posee el prototipo, indicarle a que corresponde cada parte de este, indicarle las instrucciones de uso y luego pedirle que sea el quien interactúe con el dispositivo.
- El siguiente paso y final fue realizar la segunda serie de preguntas de la encuesta (Anexo 4) la cual tiene que ver con respecto al uso del dispositivo.

En total las pruebas fueron realizadas en 4 adultos mayores, cuyos datos y respuestas van a ser detalladas en la tabla 6-1.

La encuesta a modo de resumen da respuesta a los siguientes puntos:

- Serie 1 (Con respecto al usuario)
 - Pregunta 1: Uso de tecnologías actuales
 - Pregunta 2: Sentimiento de desconexión con la tecnología actual
 - Pregunta 3: Adquisición de dispositivos, suponiendo total conocimiento sobre estos
- Serie 2 (Con respecto al dispositivo)
 - Pregunta 1: Sensación de uso
 - Pregunta 2: Función con mayor utilidad
 - Pregunta 3: Mejoras del dispositivo
 - Pregunta 4: Adquisición de una versión futura

Capítulo 6. Análisis de resultados

Tabla 6-1 Respuestas de las preguntas realizadas en el proceso de prueba del prototipo

Fuente: Encuesta realizada en el Proceso de Pruebas

Encuestado	1	2	3	4
Edad	80	78	82	79
Serie 1 – Pregunta 1	Solo conocimientos básicos del uso del celular	Sabe navegar por internet (tiene correo y realiza compras) y cuenta con un smartphone.	Solo usa el celular para llamar	El celular, pero cosas básicas (sabe usar WhatsApp)
Serie 1 – Pregunta 2	Si	Totalmente.	Si	Si
Serie 1 – Pregunta 3	Claro que sí, porque se facilitan las tareas	Sí compraría alguno, por necesidad debido a la edad.	Si, porque es necesario en este momento	Si, una casa inteligente, es más cómodo
Serie 2 – Pregunta 1	Sí, bastante cómodo	Si	Bien	Bien
Serie 2 – Pregunta 2	Los mensajes y llamadas de emergencia	El sistema de alarmas	Llamadas de emergencia	Todo es importante, pero lo que desataca es la “ayuda memoria” de la alarma de los medicamentos
Serie 2 – Pregunta 3	El teclado, que sea más fácil de usar ya que es muy blando	Pantalla más grande	Una pantalla más grande	Ninguno
Serie 2 – Pregunta 4	Sí lo compraría	De todas maneras	Sí lo compraría	Yo creo que sí, es bueno para los viejos, sobre todo cuando están solos

Capítulo 6. Análisis de resultados

Observando las respuestas de la serie 1 con respecto a la sensación de conexión con la tecnología actual, los 4 entrevistados se sienten desconectados de los actuales avances y solo 1 de ellos ha logrado acercarse al uso del internet para realización de compras. Además de que los 4 estarían dispuestos a adquirir algún tipo de dispositivo de ayuda para el hogar teniendo los conocimientos necesarios para utilizarlos.

En base a las respuestas de la serie 2 se pueden considerar los siguientes resultados:

- Los 4 entrevistados se sintieron cómodos con el uso del dispositivo.
- De los 4 sensores o módulos utilizados hubo 2 que destacaron, los cuales son el sistema de alarmas con recordatorio de los medicamentos y el sistema de llamadas y mensajes de emergencia.
- Algo que se mejoraría sería la pantalla, debido al tamaño que esta tiene y la cantidad de información que puede ser mostrada.
- Los 4 coincidieron en que estarían dispuestos a adquirir un producto como este ya que debido a la edad que tienen es necesario tener algún tipo de ayuda.

El análisis que se puede hacer en base a las pruebas realizadas del prototipo es positivo ya que en los 4 casos los adultos mayores fueron capaces de interactuar de forma correcta con el dispositivo y se mostraron satisfechos con las funcionalidades entregadas.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

7.1. CONCLUSIÓN GENERAL

En esta memoria se llevaron a cabo distintas tareas para poder realizar el diseño de un dispositivo que vaya en ayuda de los adultos mayores, el cual se pretende que sirva como base para futuros trabajos similares.

Lo principal fue llevar a cabo una investigación acerca de la Gerontecnología, dispositivos tecnológicos de la actualidad y conceptos relacionados a la funcionalidad del adulto mayor en cuanto a la realización de actividades básicas. En esta investigación se encontró que existe una relación directa entre el aumento de la población de adultos mayores y un porcentaje de esta población que viven solos.

Esta investigación sirvió también como base para determinar qué tipo de dispositivo se buscaba diseñar junto con las funciones que deberían ser implementadas para que este fuera de real ayuda considerando que el usuario objetivo es el adulto mayor con un alto grado de independencia (lo cual implica que son capaces de llevar a cabo sin gran dificultad actividades básicas - intermedias de la vida diaria).

Lo siguiente fue seleccionar y programar los componentes en base a las funciones determinadas como vitales. Teniendo en cuenta distintos factores se determinó utilizar Arduino como base de trabajo para el proyecto. Estos componentes fueron montados y programados uno a uno para poder comprobar su funcionalidad y analizar de qué manera este debía interactuar con el usuario. Una vez realizadas las pruebas de todos los componentes por separado se realizó un montaje de todos estos juntos para comprobar que funcionaran correctamente y no existiese conflicto entre ellos. De esta manera se obtuvo un prototipo funcional el cual es capaz de entregar de forma amigable la información recopilada por los distintos sensores mediante una pantalla.

Para complementar el montaje de los dispositivos se llevó a cabo un proceso de diseño de una carcasa en la cual montar los componentes, siempre teniendo como principal foco que el diseño fuera amigable para el usuario.

Finalmente fue realizado un proceso de pruebas del dispositivo en adultos mayores, lo que permitió concluir (en base a una encuesta) que es útil para ellos tener un dispositivo que les ayude en el día a día y en especial cuando estos se encuentran viviendo en una situación de soledad.

7.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

Se estudió sobre la Gerontecnología y el contexto de vida actual de los adultos mayores en Chile. La recopilación de información sobre Gerontecnología ofreció conocimientos que hasta la realización de esta memoria eran completamente desconocidos, se aprendió que esta rama de la ciencia se dedica a buscar un puente entre los adultos mayores y las nuevas tecnologías.

La investigación sobre conceptos generales referidos al adulto mayor fue esencial ya que ilustró sobre las funciones básicas que debe realizar un adulto mayor para ser considerado independiente/dependiente y cuáles de estas podrían ser reforzadas o consideradas como vitales para un dispositivo de ayuda.

Se recopiló información acerca de dispositivos tecnológicos existentes enfocados en la ayuda a las personas. Esto fue la base para determinar qué tipo de dispositivo se quería diseñar para cumplir con la solución propuesta. Se conocieron avances tecnológicos y el cómo se implementan tecnologías actuales en dispositivos usados en tareas de rehabilitación o ayuda en el estilo de vida de las personas.

Se seleccionaron y programaron los componentes en base a funciones consideradas como importantes en base a la investigación previa. Lo más importante de este proceso fue seleccionar como base de trabajo la plataforma Arduino y así poder llevar a cabo una selección de los componentes necesarios. Con respecto a la selección de componentes fue importante una entrevista que se sostuvo con un integrante de la fundación Conecta Mayor, la cual ayudo a definir y simplificar las funciones necesarias. La programación de los componentes tomó un tiempo pero se facilitó debido a la gran cantidad de tutoriales de programación que se encuentran en internet. La mayor dificultad que se presentó fue lograr una buena interacción dispositivo – usuario mediante el uso de una pantalla para ordenar los datos obtenidos y que así la información entregada por los sensores no fuera un simple número.

Conclusiones

Se diseñó un prototipo considerando las etapas del proceso de diseño. Una vez programados los componentes se diseñó una carcasa o cuerpo donde poder hacer el montaje de estos. Lo que ayudó en esto fue la realización de un trabajo de proceso de diseño en un curso electivo por lo que solo fue necesario hacer las modificaciones necesarias en base a los componentes seleccionados.

Se realizaron pruebas del dispositivo en adultos mayores. Lo más importante de la realización de estas pruebas fue que se pudo constatar la funcionalidad de este con los usuarios objetivos, además de obtener pautas para futuras mejoras a realizar fuera de este proceso de memoria.

7.3. FUTURAS INVESTIGACIONES

Al momento de desarrollar el dispositivo surgieron varias restricciones debido falta de conocimientos en las áreas investigadas o porque algunas funciones necesitaban de sistemas más complejos para ofrecer una respuesta satisfactoria.

Por lo tanto, el campo de mejoras que posee el prototipo diseñado es amplio y necesita de expertos en el área para ser desarrolladas, pero aun así se pueden mencionar algunas mejoras analizadas en base a los resultados de las pruebas realizadas en adultos mayores.

Un factor que se repitió fue el tamaño de la pantalla, este apartado es de importancia debido a que es necesario que el usuario sea capaz de leer si ningún problema las funciones mostradas. Considerando esto, sería importante cambiar a una pantalla más grande donde se puedan agregar más funciones y el usuario no tenga problemas a la hora de navegar por las funciones.

El contar con una pantalla grande permitiría además ofrecer otras funciones, como por ejemplo juegos que ayuden a ejercitar la memoria, tener la opción de realizar videollamadas, hacer compras de elementos para el hogar, ver información detallada del clima, recetas de cocina, entre otros. Un último elemento importante por mencionar es el poder agregar tecnología que ofrezca conectarse de forma remota al dispositivo con el fin de efectuar cambios en su programación.

Así que el campo de mejoras es bastante amplio y solo es necesario tener los conocimientos y las ganas de aplicarlos.

REFERENCIAS

[1] Gerontecnología: Cómo integrar la tecnología a la vida de las personas mayores, 11 agosto 2017.

<https://www.socgeriatria.cl/site/?p=854>

[2] Se proyecta que al año 2050 al menos un 24% de la población chilena van a ser adultos mayores.

<http://www.senama.gob.cl/noticias/estudio-del-banco-mundial-anticipa-que-en-2050-el-24-de-la-poblacion-chilena-seran-personas-mayores>

[3] Estudio constata el abandono que sufren los adultos mayores – La Estrella de Chiloé (Centro de políticas públicas, Universidad del Desarrollo, 6 septiembre 2018.)

<https://gobierno.udd.cl/cpp/noticias/2018/09/06/estudio-constata-el-abandono-que-sufren-los-adultos-mayores-la-estrella-de-chiloe/>

[4] Soledad en aumento: casi medio millón de adultos mayores viven solos en Chile (Carlos Montes, La Tercera. 14 enero 2020)

[5] Conecta Mayor UC; Campaña “Vamos Chilenos”

<https://conectamayor.cl/vamos-chilenos.html>

[6] Detalles del Dispositivo entregado en la campaña Vamos Chilenos, 18 Septiembre 2020

<https://www.flanlate.com/2020/09/detalles-del-dispositivo-para-adultos.html>

[7] Glosario Gerontológico SENAMA

http://www.senama.gob.cl/storage/docs/GLOSARIO_GERONTOLOGICO.pdf

[8] Definición Ocupaciones AOTA

<https://www.aota.org/~media/Corporate/Files/Advocacy/Federal/coding/OT-Practice-Framework-Table-1-Occupations.pdf>

Referencias

- [9] Garcia-Sanjuan, Fernando, Javier Jaen, and Vicente Nacher. 2017. “Tangibot: A Tangible-Mediated Robot to Support Cognitive Games for Ageing People—A Usability Study.” *Pervasive and Mobile Computing* 34:91–105.
- [10] Guidali, Marco, Alexander Duschau-Wicke, Simon Broggi, Verena Klamroth-Marganska, Tobias Nef, and Robert Riener. 2011. “A Robotic System to Train Activities of Daily Living in a Virtual Environment.” *Medical and Biological Engineering and Computing* 49(10):1213–23.
- [11] Koceski, Saso, and Natasa Koceska. 2016. “Evaluation of an Assistive Telepresence Robot for Elderly Healthcare.” *Journal of Medical Systems* 40(5).
- [12] Huisman, Chantal, and Helianthe Kort. 2019. “Two-Year Use of Care Robot Zora in Dutch Nursing Homes: An Evaluation Study.” *Healthcare* 7(1):31.
- [13] Robot Dinsow Mini 2
<http://www.newsops.net/tech/thai-made-dinsow-mini-2-robot-designed-for-elderly-alzheimers-care/>
- [14] K. Halicka, and D. Surel. 2020 “Evaluation and Selection of Technologies Improving the Quality of Life of Older People.” *European Research Studies Journal XXIII (2); 592-611.*
- [15] C. Moro, S. Lin, G. Nejat and A. Mihailidis 2019 “Social Robots and Seniors: A Comparative Study on the Influence of Dynamic Social Features on Human-Robot Interaction.” *International Journal of Social Robotics* 11(1); 5-24
- [16] M. Zavala-González and G. Dominguez-Sosa 2011 “Daily living functionality in elderly adults.” *Revista médica del Instituto Mexicano del Seguro Social* 49(6); 585-590

ANEXO 1: CÓDIGOS ARDUINO

Códigos Primera pestaña, Librerías, Variables y Void Setup.

```

#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true           // Set-up low-level
interrupts for most accurate BPM math.
#include <PulseSensorPlayground.h>           // Librería para el Sensor de
Pulso
const int PulseWire = A2;                   // Sensor de Pulso conectado
al pin A2
int Threshold = 550;                         // Ayuda a determinar que
señal "contar como latido" y cuales ignorar // De otro modo, dejar 550
por defecto
PulseSensorPlayground pulseSensor;         // Le da un nombre al sensor
para ser llamado en los códigos más adelante
#include <LiquidCrystal_I2C.h>              // Librería de la pantalla
lcd
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);           // Determina las
características de la pantalla (tipo de programa, columnas, filas)
#include <Keypad.h>                          // Librería del teclado
matricial
#include <Wire.h>                             // Librería para que el
Arduino pueda trabajar con protocolo I2C
#include <Adafruit_MLX90614.h>               // Librería del sensor de
temperatura
#include "RTClib.h"                          // Librería del módulo de
reloj
RTC_DS1307 RTC;                             // Nombre que se le da al
reloj para los códigos
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614(); // Nombre que se le da al
sensor para los códigos
#include <SoftwareSerial.h>                  // Librería que le permite al
Arduino comunicarse con los pines digitales
SoftwareSerial SIM900(7, 8);                // Pines que se le asignan al
módulo de GSMSIM900 desde la comunicación serial

const byte ROWS = 4; //Cuatro filas
const byte COLS = 4; //Cuatro columnas
char pulsacion;

char keys[ROWS][COLS] = { // Mapeo de las teclas del keypad 4x4
  {'1', '2', '3', 'A'},
  {'4', '5', '6', 'B'},
  {'7', '8', '9', 'C'},
  {'*', '0', '#', 'D'}
};

byte rowPins[ROWS] = {12, 10, 9, 6}; // Pines asignados a las filas del
keypad
byte colPins[COLS] = {5, 4, 3, 2}; // Pines asignados a las columnas del
keypad

```

Anexos

```
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
// Asignación de variables del keypad

int LED = 13 ;
int i;
int pulsacion1;
int seg1,min1,hor1,ano1,mes1,dial; //Hora que trae el reloj DS1307RTC
int min2,hor2; //Hora que defino yo como alarma. Solo
me interesan la hora y los minutos

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin(); // Inicia el puerto I2C
  RTC.begin(); // Inicia la comunicación con el RTC
  lcd.clear(); // Limpia la pantalla
  lcd.setCursor(0,0); // Se fija el cursor de la pantalla
  lcd.backlight(); // Se prende la retroiluminación del lcd
  lcd.init(); // Se inicia la comunicación con el lcd
  mlx.begin(); // Se inicia el módulo mlx 90614 (temperatura)
  pinMode(LED, OUTPUT);
}

  Serial.begin(9600);
  pulseSensor.analogInput(PulseWire);
  pulseSensor.blinkOnPulse(LED); //Prende un led cuando el sensor de
pulso detecta un latido
  pulseSensor.setThreshold(Threshold);

  // Double-check the "pulseSensor" object was created and "began" seeing a
signal.
  if (pulseSensor.begin())
  {
    Serial.println("We created a pulseSensor Object !"); // Mensaje para
mostrar en el monitor serial
  }
}

{
  SIM900.begin(19200); //Configura velocidad serial para el SIM900
//delay(25000); //Retardo para que encuentra a una RED
  Serial.begin(19200);
  Serial.println("OK");
}
  runHome(); //Inicia el programa del menú inicial
}

void loop()
{
}
}
```

Anexos

Códigos Segunda pestaña, Programación del menú.

```
void runHome() // Programa para poder navegar dentro del menú principal
{
  lcd.clear();
  lcd.print("  Menu Principal 1/2");
  Serial.println("  Menu Principal 1/2");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Hora          >A");
  lcd.setCursor(0,2);
  lcd.print("Temperatura    >B");
  lcd.setCursor(0,3);
  lcd.print("Ritmo Cardiaco >C");
  char character;
  while(true)
  {
    character = keypad.getKey(); // Detecta la tecla pulsada y la guarda
    como un caracter para ser comparado
    if(character != 0)
    {
      switch(character) // Base del menú de opciones, si el carácter
      anterior coincide con una de las opciones, este inicia esa función
      {
        case 'A':
          runHorita();
          Serial.println(" Menu Principal");
          break;

        case 'B':
          runTemp();
          Serial.println(" Menu Principal");
          break;

        case 'C':
          lcd.clear();
          runLatidos();
          Serial.println(" Menu Principal");
          break;

        case '2':
          runHome2();
          Serial.println(" Menu Principal");
          break;

        default:
          Serial.println("Inválido");
          break;
      }
    }
  }
  return;
}
void runHome2() // Segundo menú
{
  lcd.clear();
```

Anexos

```
lcd.print("  Menu Principal 2/2");
Serial.println("  Menu Principal 2/2");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Llamada      >A");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Mensaje      >B");
//lcd.setCursor(0,3);
//lcd.print(" ");
char character;
while(true)
{
  character = keypad.getKey();
  if(character != 0)
  {
    switch(character)
    {
      case '1':
        runHome();
        Serial.println("");
        break;

      case 'A':
        runLlamadita();
        Serial.println(" Menu Principal");
        break;

      case 'B':
        runMensajito();
        Serial.println(" Menu Principal");
        break;

      default:
        Serial.println("Inválido");
        break;
    }
  }
}
return;
}

void runHorita() // void para llamar la función del módulo de hora
{
  Serial.println("horita");
  while(true)
  {
    Hora();
    if(keypad.getKey() == 'D')
    {runHome();
    return;}
  }
}

void runTemp() // void para llamar la función del sensor de temperatura
{
  Serial.println("calorsito");
}
```

Anexos

```
while(true)
{
  Calor();
  if(keypad.getKey() == 'D')
  {runHome();
  return;}
}

void runLatidos() // void para llamar la función del sensor de ritmo
cardíaco
{
  Serial.println("corazoncito");
  while(true)
  {
    Pulsos();
    if(keypad.getKey() == 'D')
    {runHome();
    return;}
  }
}

void runLlamadita() // void para llamar la función de la llamada
{
  Serial.println("LLamando");
  while(true)
  {
    llamar();
    if(keypad.getKey() == 'D')
    {runHome();
    return;}
  }
}

void runMensajito() // void para llamar la función del envío de mensaje
{
  Serial.println("Enviando Msje");
  while(true)
  {
    mensaje();
    if(keypad.getKey() == 'D')
    {runHome();
    return;}
  }
}
```

Anexos

Códigos Tercera pestaña, Programación por separado de los módulos.

```
void Hora() // Programación del módulo de reloj
{
{
lcd.clear();
  lcd.setCursor(13,3);
  lcd.print("Menu >D");
  DateTime now = RTC.now();
  // En la anterior línea ya suponemos que el reloj ha sido seteado en otro
momento
  // y que la hora ya está en la memoria. Esa hora está en now ().

  //De aquí en adelante nos vamos a dedicar a escribir la hora en la
pantalla.
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("FECHA:");
  lcd.setCursor(6,0);
  dial=now.day();
  if(dial<10){lcd.print("0");
              lcd.setCursor(7,0);}
  lcd.print(dial);
  lcd.setCursor(8,0);
  lcd.print("/") ;
  lcd.setCursor(9,0);
  mes1=now.month();
  if(mes1<10){lcd.print("0");
              lcd.setCursor(10,0);}
  lcd.print(mes1);
  lcd.setCursor(11,0);
  lcd.print("/") ;
  lcd.setCursor(12,0);
  ano1=now.year();
  if(ano1<10){lcd.print("0");
              lcd.setCursor(13,0);}
  lcd.print(ano1);
  lcd.setCursor(0,1) ;
  hor1=now.hour();
  if(hor1<10){lcd.print("0");
              lcd.setCursor(1,1);}
  lcd.print(hor1);
  lcd.setCursor(2,1);
  lcd.print(":") ;
  lcd.setCursor(3,1);
  min1=now.minute();
  if(min1<10){lcd.print("0");
              lcd.setCursor(4,1);}
  lcd.print(min1);
  lcd.setCursor(5,1);
  lcd.print(":") ;
  lcd.setCursor(6,1);
  seg1=now.second();
  if(seg1<10){lcd.print("0");
              lcd.setCursor(7,1);}
  lcd.print(seg1);
```

Anexos

```
    delay(1000);
}
pulsacion = keypad.getKey();
if(pulsacion == 'A'){ //Mientras el pulsador NO este pulsado...
//Pediremos al usuario que escriba la hora en la que quiere hacer sonar la
alarma.
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Escribe la hora");
    delay(1000);
    //La hora, constara de cuatro números ( 2 para los minutos y 2 para los
segundos )
    // Por ello, daremos 5 vueltas dentro de un for, esperando a que el
usuario pulse una tecla.
    // En la tercera vuelta (i=2), no debemos pedir al usuario que nos dé un
valor, sino que escribiremos " : " que separan las horas de los minutos.
    for(i=0;i<5;i++){
        char pulsacion;
        lcd.setCursor(i,1);
        if(i==2){lcd.print(":");}
        else{
            pulsacion=keypad.waitForKey(); // Esperamos a que pulse un botón.
            lcd.print(pulsacion);          //Escribimos el valor de pulsacion en
el LCD.

            switch(pulsacion){              // Pulsacion es de tipo char, por eso
hemos definido al principio de programa "pulsacion1", de tipo int,
                                            // Que tendrá un valor numérico que
será el de la hora en la que el usuario ha definido la alarma.
                                            //Este valor, será dependiendo el botón
pulsado en el teclado matricial, que hemos guardado en pulsacion.
                case '1': pulsacion1=1;
                break;
                case '2': pulsacion1=2;
                break;
                case '3': pulsacion1=3;
                break;
                case '4': pulsacion1=4;
                break;
                case '5': pulsacion1=5;
                break;
                case '6': pulsacion1=6;
                break;
                case '7': pulsacion1=7;
                break;
                case '8': pulsacion1=8;
                break;
                case '9': pulsacion1=9;
                break;
                case '0': pulsacion1=0;
            }
            switch(i){
                case 0: hor2=pulsacion1*10;          //Sabemos que el primer valor de
los minutos será un valor en decimas
                break;
```

Anexos

```
        case 1: hor2=hor2+pulsacion1;      // El segundo valor de los minutos
que será en unidades
        break;
        case 3: min2=pulsacion1*10;      //Primer valor de los segundos que
será un valor en decimas
        break;
        case 4: min2=min2+pulsacion1;    //Segundo valor de los segundos que
será en unidades
        break;}

    }
    delay(500);
}
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Alarma");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Configurada");
delay(3000);

lcd.clear();

while(min1!=min2||hor1!=hor2){ //Mientras la hora de la alarma escrita
por el usuario, y la hora real sean diferentes,
                                //escribiremos la hora real y la de la
alarma en la pantalla.
    DateTime now = RTC.now();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("HORA");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Ala.");

    lcd.setCursor(6,0) ; //dibujamos la hora real
    hor1=now.hour();
    if(dial<10){lcd.print("0");
                lcd.setCursor(7,0);}
    lcd.print(hor1);
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print(":");
    lcd.setCursor(9,0);
    min1=now.minute();
    if(min1<10){lcd.print("0");
                lcd.setCursor(10,0);}
    lcd.print(min1);
    lcd.setCursor(11,0);
    lcd.print(":");
    lcd.setCursor(12,0);
    seg1=now.second();
    if(seg1<10){lcd.print("0");
                lcd.setCursor(13,0);}
    lcd.print(seg1);

    lcd.setCursor(6,1) ; //dibujamos la hora de la alarma
    if(hor2<10){lcd.print("0");
                lcd.setCursor(7,1);}
```

Anexos

```
    lcd.print(hor2);

    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.print(":") ;

    lcd.setCursor(9,1);
    if(min2<10){lcd.print("0");
                lcd.setCursor(10,1);}
    lcd.print(min2);

    delay(1000);
}

//En cuanto sea la hora, saltara la alarma, se encenderán los LEDs y sonara
el zumbador.

lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("Hora de Medicamentos");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Medicamento 1");
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Medicamento 2");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("Medicamento 3");

while(keypad.getKey() == NO_KEY){ //Hasta que pulsemos de nuevo alguna
tecla, no va a parar de hacer luz y mostrar el mensaje en pantalla
    digitalWrite(LED,HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(LED,LOW);
    delay(1000);}
    delay(3000);
    runHome(); //Línea que hace que vuelva automáticamente al menú
} //Final del if de arriba

} //Final de programa

void Calor() // Programación del módulo sensor de temperatura
{
    lcd.clear();

    lcd.setCursor(13,3);
    lcd.print("Menu >D");
    Serial.print("Ambient = "); Serial.print(mlx.readAmbientTempC());
    Serial.print("*C\tObject = "); Serial.print(mlx.readObjectTempC());
    Serial.println("*C");
    Serial.print("Ambient = "); Serial.print(mlx.readAmbientTempF());
    Serial.print("*F\tObject = "); Serial.print(mlx.readObjectTempF());
    Serial.println("*F");

    Serial.println();
    lcd.setCursor(0,0); //Muestra en el LCD el valor de BPM
    lcd.print("T Ambiente C= ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(mlx.readAmbientTempC());
```

Anexos

```
    lcd.print("  ");
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("*C");
    lcd.setCursor(0,2); //Muestra en el LCD el valor de BPM
    lcd.print("T Objetivo C= ");
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print(mlx.readObjectTempC());
    lcd.print("  ");
    lcd.setCursor(5,3);
    lcd.print("*C");
    delay(500);
}

void Pulsos() // Programación del módulo de sensor de pulso cardíaco
{
    int myBPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute(); // Llamad una función en
nuestro sensor de pulso y retorna los BPM como un "int".

    if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) { // Continuamente revisa si
"a beat happened".
        Serial.println("♥ A HeartBeat Happened ! "); // Si la prueba indica
"true", se imprime un mensaje en la ventana serial "a heartbeat happened".
        Serial.print("BPM: "); // Imprime la frase "BPM: "
        Serial.println(myBPM);
    // Print the value inside of myBPM.
    }

    lcd.setCursor(13,0);
    lcd.print("Menu >D");
    lcd.setCursor(0,0); //Muestra en el LCD el valor de
BPM
    lcd.print("BPM = ");
    lcd.print(myBPM);
    lcd.print("  ");
    lcd.setCursor(0,1); //Muestra en el LCD el valor de
BPM
    lcd.print("BPM Bajo= menor a 60");
    lcd.setCursor(0,2); //Muestra en el LCD el valor de
BPM
    lcd.print("BPM Normal= 60 a 90");
    lcd.setCursor(0,3); //Muestra en el LCD el valor de
BPM
    lcd.print("BPM Alto= mayor a 90");
    //delay(20);
}

void llamar() // Programación del módulo GSM para hacer llamadas
{
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Esta es una llamada");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("de emergencia");
    delay(3000);
    lcd.clear();
    SIM900.println("ATD +569xxxxxxxx;"); //Celular
```

Anexos

```
delay(100);
SIM900.println();
lcd.print("Llamando...");
delay(20000); // wait for 20 seconds...
SIM900.println("ATH"); // Cuelga el teléfono
delay(1000);
runHome2();
}

void mensaje() // Programación del módulo GSM para enviar mensaje
{
  lcd.clear();
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
  delay(100);
  lcd.print("Enviando mensaje");
  SIM900.println("AT+CMGS=\"+569xxxxxxxx\""); // recipient's mobile number,
  in international format
  delay(100);
  SIM900.println("Mensaje de Prueba"); // message to send
  delay(100);
  SIM900.println((char)26); // End AT command with a ^Z, ASCII code 26
  //Comando de finalización
  delay(100);
  SIM900.println();
  delay(15000); // Tiempo para que se envíe el mensaje
  Serial.println("SMS sent successfully");
  lcd.clear();
  lcd.print("Mensaje Enviado");
  delay(5000);
  runHome2();
}
```

- Es importante que estas 3 líneas de códigos sean implementadas en un mismo programa. La manera de realizar esto es abrir un nuevo programa de Arduino y agregar una nueva pestaña con el comando “Ctrl+Shift+N” o utilizando el menú desplegable ubicado en la parte superior derecha.

ANEXO 2: PROCESO DE DISEÑO

Etapa de Concepto

Determinar la función de la estructura

La estructura por analizar es un dispositivo tecnológico de ayuda para el adulto mayor.

- Es importante que la estructura soporte impactos en caso de caídas.
- Debe ser liviano en caso de que deba ser levantado.
- No debe ocupar demasiado espacio para que no interfiera en el desarrollo de actividades.
- El centro de masa debe estar cercano al suelo para evitar caídas.

Principio de trabajo

El dispositivo va a trasladarse por el hogar, por lo tanto, en el caso de presentar problemas con el terreno y este caiga, debe ser lo suficientemente resistente para absorber el golpe y liviano para que este pueda ser levantado por el usuario. Además, debe estar condicionado al espacio que vaya a ocupar dentro del hogar para no interferir en el movimiento de las personas.

Ya que se plantea que el dispositivo va a tener movilidad sus partes principales podrían ser 3:

- La base que debe ser quien ayude a que el dispositivo no pierda el equilibrio
- El cuerpo, que sirve principalmente como estructura, puede tener funciones secundarias que van a ser analizadas con los detalles en la encarnación.
- La parte superior, donde van a estar ubicados distintos elementos electrónicos que sirven de ayuda al adulto mayor.

Evaluación y selección de Conceptos

Ya que se considera que el dispositivo va a contar con 3 partes principales se va a analizar si este debe ser diseñado de una pieza con divisiones internas o que sea modular en caso de algún problema.

A continuación, se van a presentar dos bocetos de estructuras básicas que contemplen estas opciones, junto con detalles de las piezas.



Figura 1 Concepto Estructura: Una sola pieza (izq) Estructura modular (der)

Comparación de los conceptos

Categoría	Cuerpo una pieza	Cuerpo modular
Espacio de almacenamiento	Ocupa el espacio de forma total, interactúa como un “mueble” más	Al ser modular, se puede desarmar y guardar de mejor manera
Reparación	En caso de fallos debe tomarse la estructura completa	Solo va a ser necesario tomar la parte que sufrió fallos
Mantenición	Misma situación anterior	Misma situación anterior
Fabricación	Puede llegar a ser más complejo por la dimensión de la estructura	Al estar diseñado por partes la fabricación se subdivide en piezas “pequeñas”
Peso (transporte)	Se necesita que sea liviana, pero aun así la pieza completa puede llegar a tener un peso considerable	Al estar dividido en tres piezas, puede ser más fácil su transporte

Anexos

Un dato final por considerar sería el armado, mientras el primer caso sería de una estructura sólida no existirían problemas (igualmente va a tener partes a ensamblar, pero no como se plantea para el segundo caso). Para el segundo caso donde se plantea hacer una estructura modular, se debe idear un sistema de ensamble que evite que el dispositivo se desarme en caso de caídas fuertes.

Teniendo en cuenta estas características de los dos conceptos presentados, es que se considera que el óptimo es el diseño modular, ya que permitiría una mayor personalización a futuro, considerando que la pieza de en medio puede ser utilizada como un depósito multiuso.

Habiendo escogido el concepto de construcción se pasa a la etapa de encarnación, donde se van a analizar distintos diseños para este.

Etapa de Encarnación

Esquema, escala y forma

Una vez considerados los conceptos que se adaptan a las funciones se procede a buscar alternativas cercanas a la realidad para poder realizar esto.

Diseño 1: Algo simple, modelo rectangular, fácil de camuflar dentro del hogar, aunque puede ser inestable por la forma. Una posible pantalla estaría montada en la tapa superior.

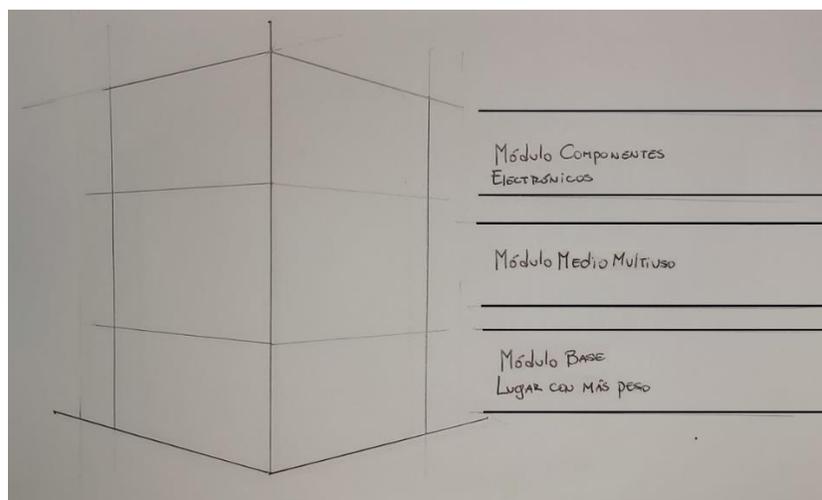


Figura 2 Diseño 1

Anexos

Diseño 2: Forma cilíndrica, con un corte en diagonal en la parte superior para montar una posible pantalla. No es un diseño natural como el anterior, pero puede ser llamativo.

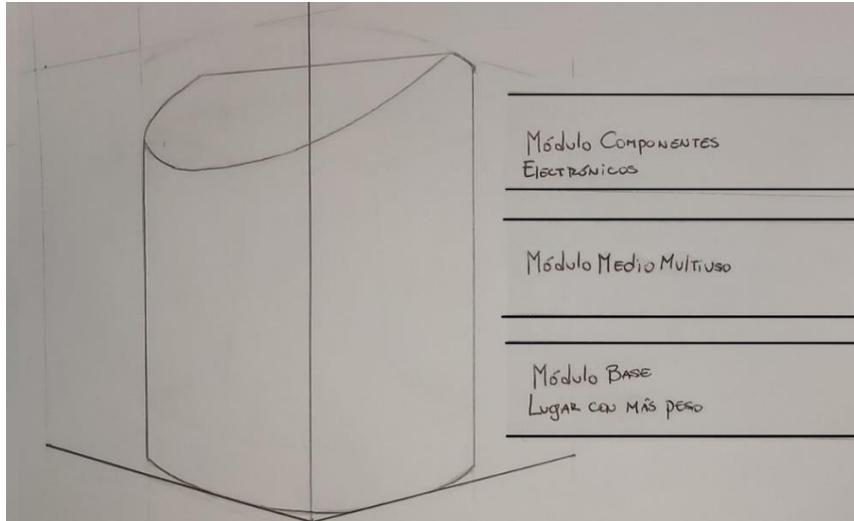


Figura 3 Diseño 2

Diseño 3: Estructura similar a una mesa de centro, el principal problema de este diseño puede ser la distribución de pesos, ya que podría perder estabilidad fácilmente por su forma (es una teoría). Dejando de lado el posible inconveniente debido a su diseño, es llamativa y puede tener un uso secundario si se estudia de forma correcta.

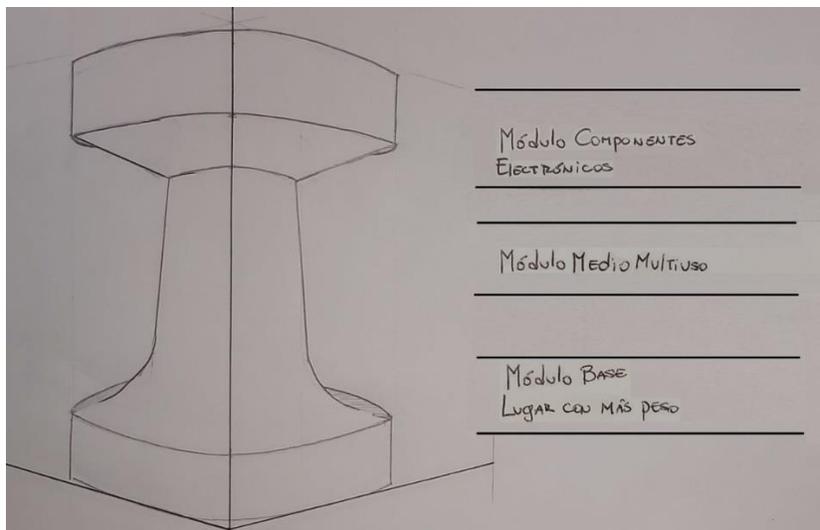


Figura 4 Diseño 3

Anexos

Diseño 4: Estructura poco convencional, algo más similar a un robot dejando de lado el toque de mueble hogareño. Su diseño “piramidal” podría otorgar una mayor estabilidad.

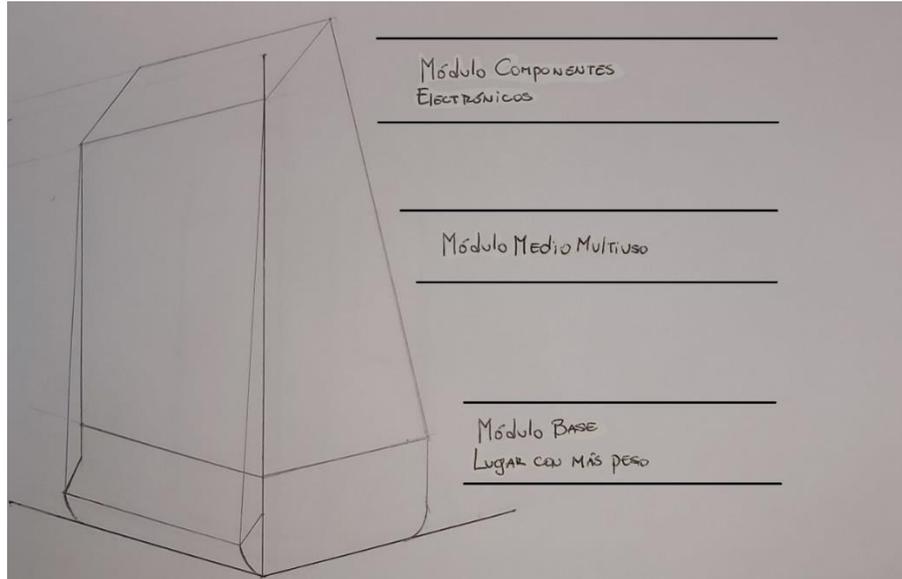


Figura 5 Diseño 4

Diseño 5: Estructura que busca simular la sensación de dispositivo humanoide. Puede ser más llamativo para el usuario.

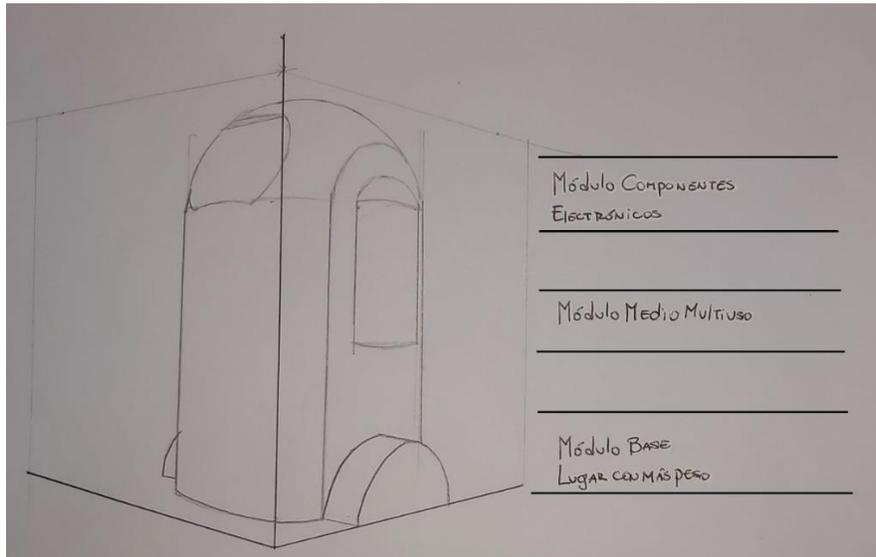


Figura 6 Diseño 5

Anexos

El diseño que sea seleccionado debe considerar en su estructura final una zona “acolchada” para soportar impactos, como también agarraderas en caso de necesitar levantarlo.

Diseño	Pro	Contra
1	Estructura simple, fácil de “camuflar” con el ambiente por su forma rectangular. Fácil de fabricar.	Puede provocar accidentes debido a su forma rectangular, es necesario hacer cambios en su diseño en caso de ser escogido.
2	Estructura simple al igual que el diseño 1. Fácil de fabricar debido a su forma.	Debido a su forma cilíndrica, en caso de caerse podría ser difícil levantarlo
3	Estructura amigable al ser semejante a una mesa de centro. Estructuralmente simple, ya que consta de dos “discos” y un cilindro.	Por su forma puede ser inestable y poco segura, debe ser analizado en detalle en caso de ser escogido.
4	Estable debido a su estructura piramidal. Diseño llamativo y con posibles usos secundarios de sus partes.	Puede que cause un impacto negativo por su diseño poco convencional
5	Diseño llamativo, ofrece estabilidad debido a la forma del módulo base. Además, puede ser fácil darle un uso secundario.	Puede presentar mayor complejidad en su fabricación a diferencia de los otros.

Considerando las anotaciones anteriores, se decide proceder con el diseño 5, ya que cumple con criterios de diseño, además de cumplir con un objetivo secundario como lo es ser llamativo a la vista y ofrecer la sensación de compañía por su forma.

Es necesario depurar su diseño, añadiendo opciones para que tenga brazos adaptables, modificar la estructura base donde van a ir las ruedas, entre otras opciones que se van a considerar en el siguiente punto.

Para hacer este diseño se utilizará el software Autodesk Inventor con medidas tentativas.

Etapa de Detalle

Análisis de componentes en detalle

Como se mostró en los bocetos, la estructura va a estar compuesta por tres módulos, el primero que sería el módulo base que cumple con el rol de ofrecer estabilidad al dispositivo.

El segundo módulo es el medio, este puede servir como depósito, según se considere en su diseño a proponer.

El tercer módulo corresponde al superior donde van a estar los componentes electrónicos.

A continuación, se van a mostrar estas tres piezas base además de un ensamblado de estas y cuál sería su imagen final.

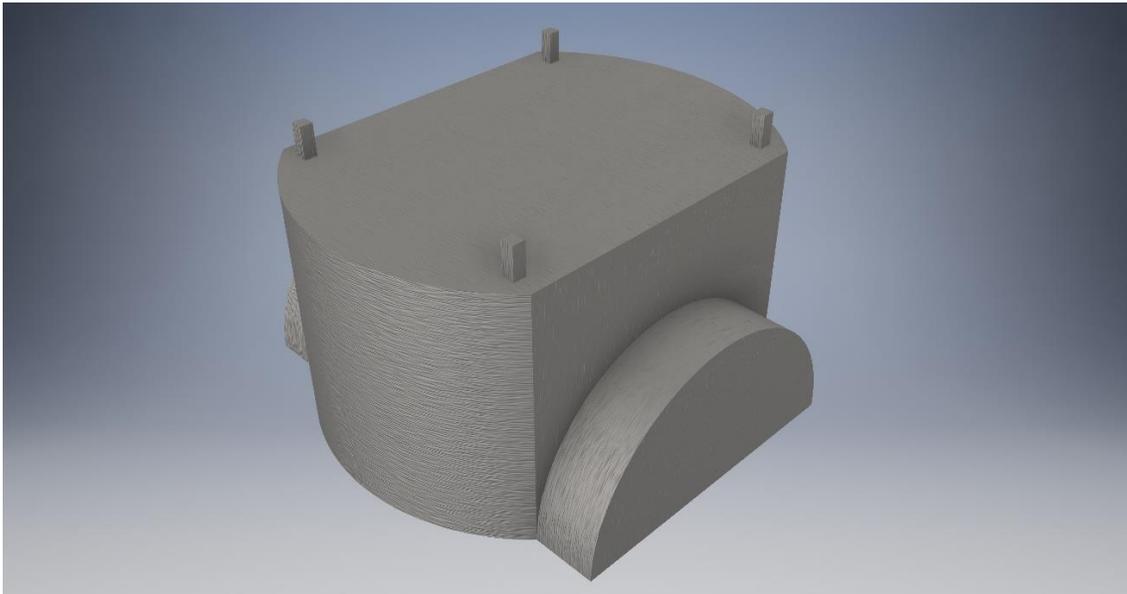


Figura 7 Módulo Base Vista frontal

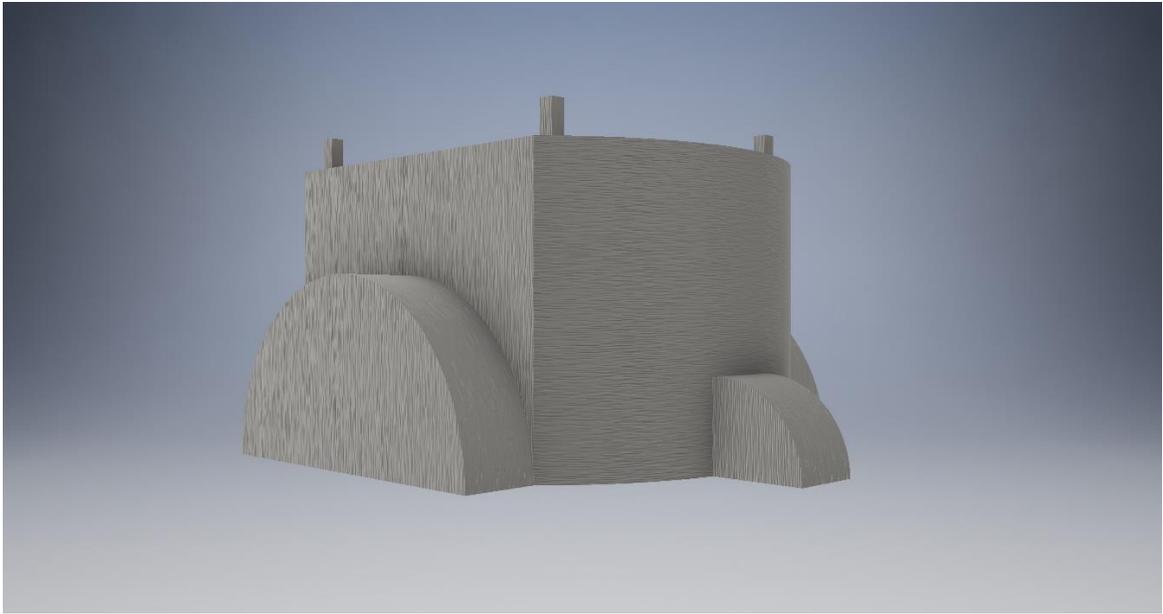


Figura 8 Módulo Base Vista trasera

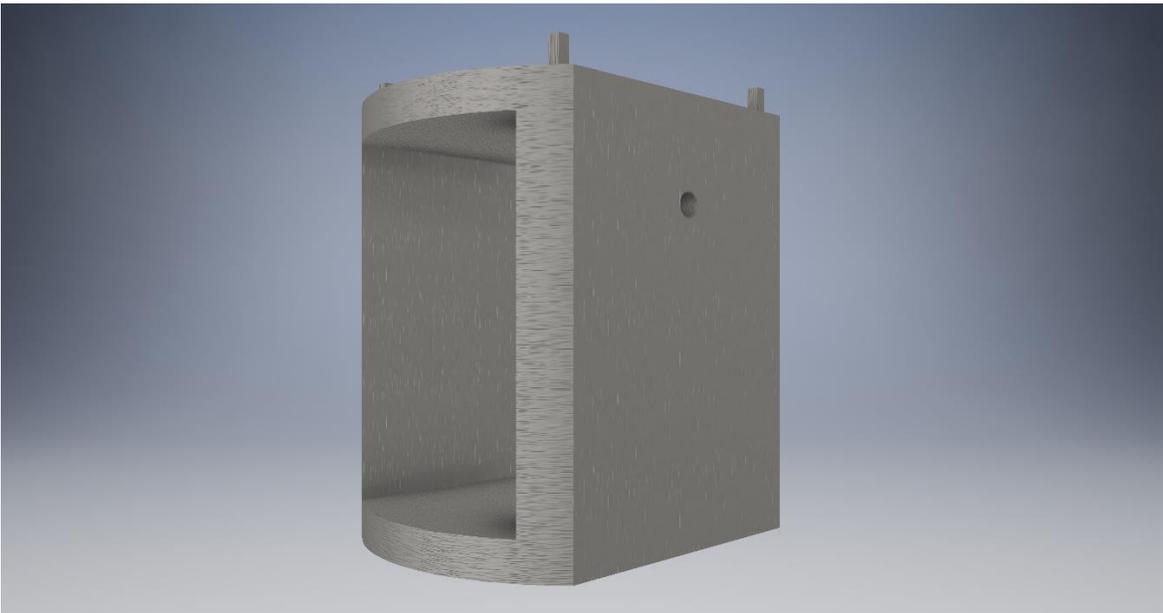


Figura 9 Módulo central

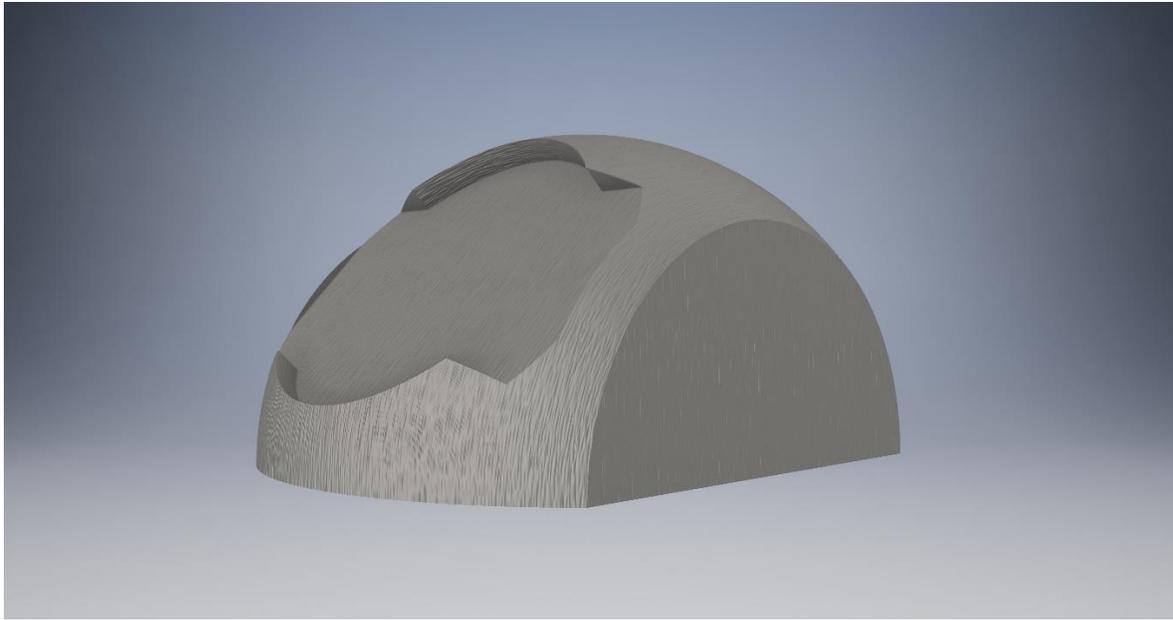


Figura 10 Módulo superior

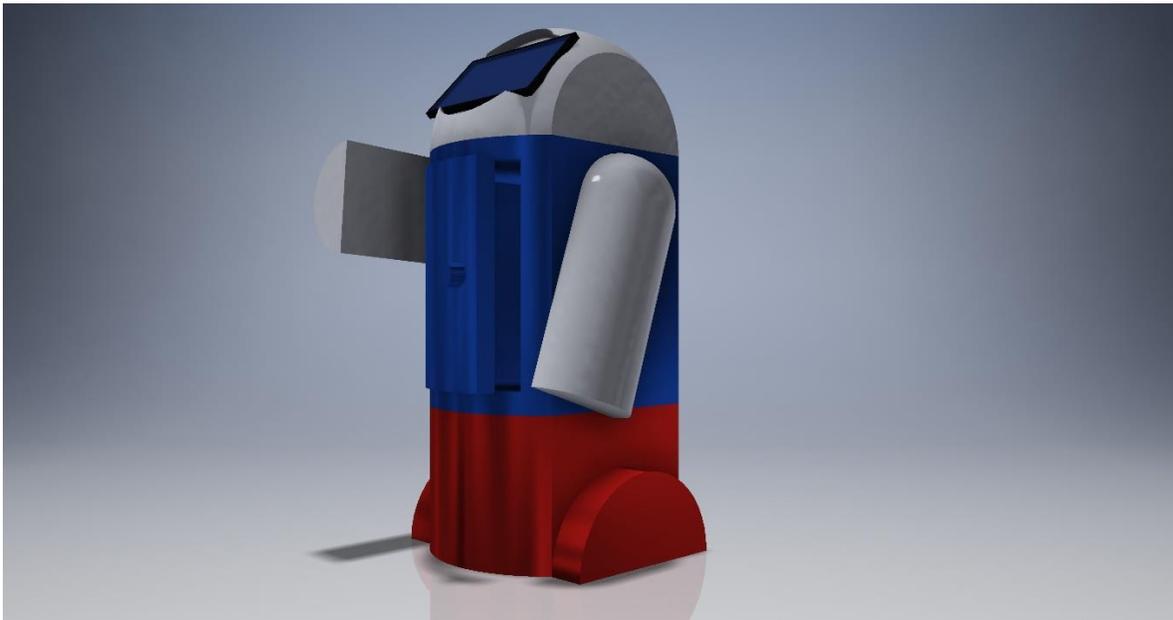


Figura 11 Estructura ensamblada, se aplicaron colores para diferenciar las piezas

Se propone que el dispositivo tenga una altura de 90 cm y con un ancho de 25 cm y 35 cm de diámetro en general.

Selección del Material y Proceso

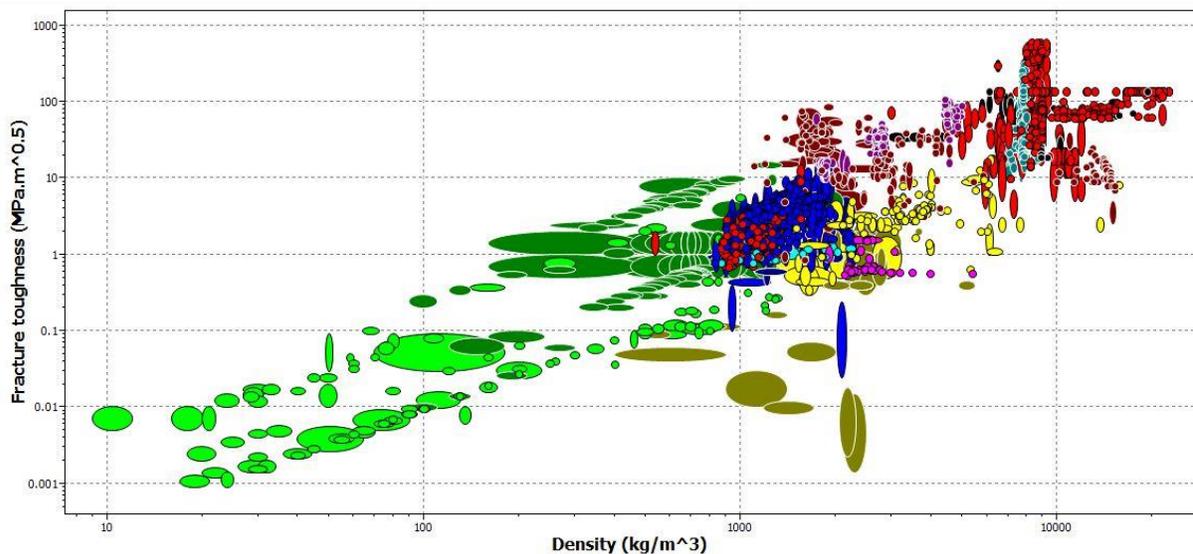
Uno de los criterios de selección del material es que este tenga un peso moderado, ya que va a ser maniobrado en algunos casos por adultos mayores. Junto con esto se debe tener un material que sea resistente en caso de caídas sufridas por desperfectos del piso. El costo va a estar relacionado con estos componentes, es decir, se va a escoger el material con mejores propiedades físicas/mecánicas y que a su vez cumplan con un criterio de costo razonable.

Para realizar la selección de los posibles materiales y sus características se va a utilizar el programa CES EduPack. En este programa se va a configurar un mapa de materiales que incluya los siguientes conceptos:

- Densidad. Se utilizará el concepto de densidad para encontrar un material que cumpla con el requerimiento de bajo peso.
- Tenacidad a la fractura (Fracture Toughness). Punto de tensión en el que una grieta tiende a propagarse rápidamente.

Tabla 1 Gráfica comparativa Densidad vs Tenacidad a la Fractura

Fuente: CES EduPack



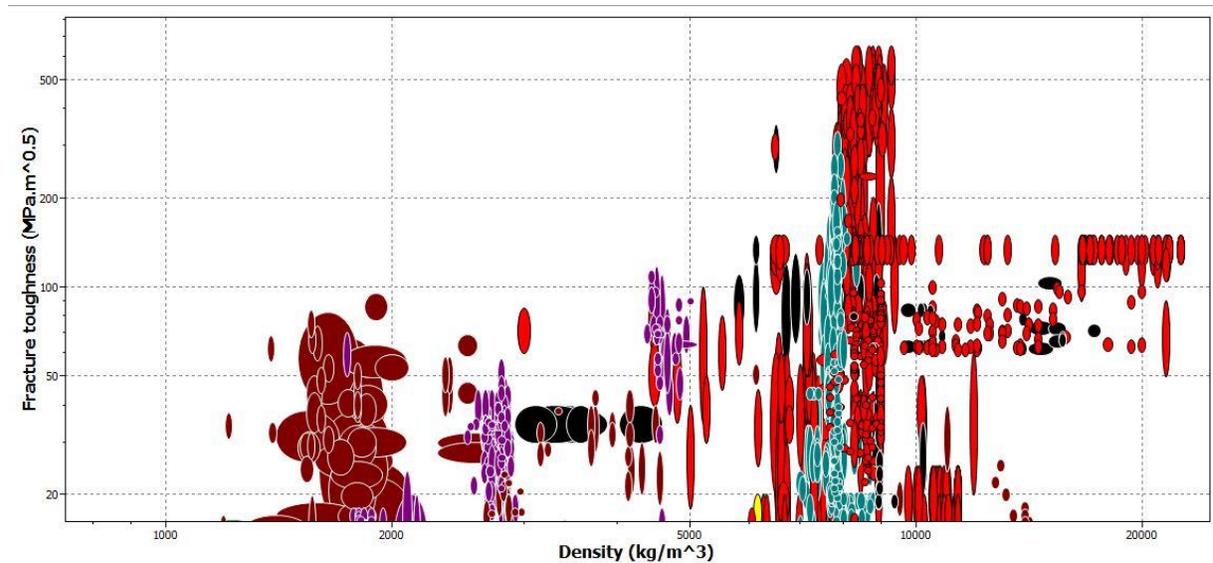
Anexos

Una vez hecha la tabla de materiales teniendo la densidad en el eje X y la tenacidad en el eje Y, se toma como referencia un valor de 20 [Mpa*m^{1/2}] el cual está indicado en el libro *Materials Selection in Mechanical Design, ASHBY* como un valor considerado como mínimo en el diseño convencional.

Teniendo este valor en mente se restringe la gráfica mostrada anteriormente y quedaría de la siguiente forma:

Tabla 2 Gráfica de selección reducida

Fuente: CES EduPack



Como se puede observar existen dos grandes grupos de materiales dentro de los límites establecidos, a la izquierda los materiales compuestos y a la derecha los metales.

Debido a que se busca tener la mayor resistencia posible y que sea liviano es que se va a trabajar con materiales compuestos.

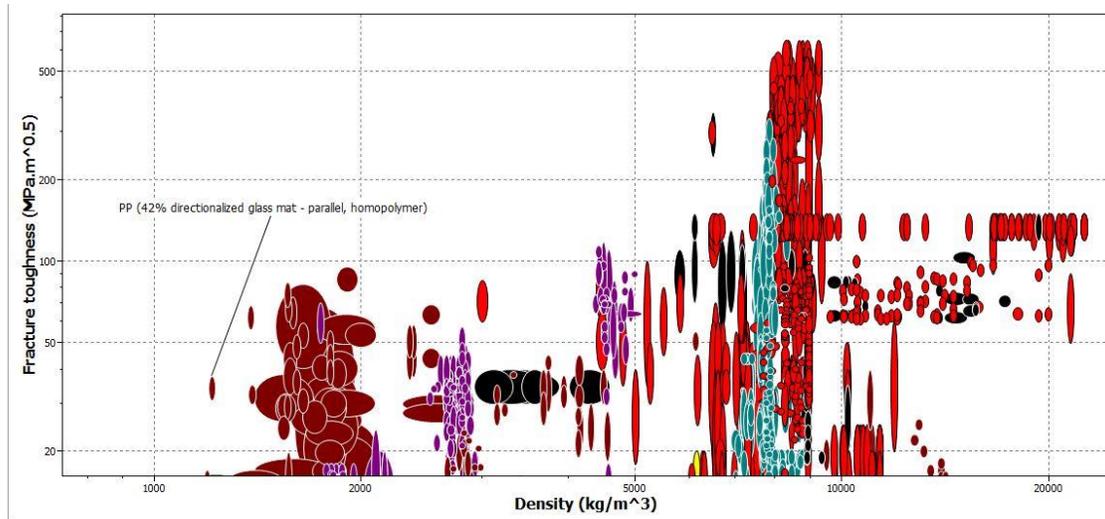
El material escogido es el Polipropileno de fibra larga (vidrio), cuya notación en el programa CES EduPack es:

- PP (42% directionalized glass mat – parallel, homopolymer)

Tabla 3 Gráfica con el material seleccionado

Fuente: CES EduPack

Anexos



La selección de este material se basa en que es uno de los más livianos y con un valor alto de tenacidad a la fractura, además de ser utilizado en diversas áreas entre algunas las siguientes:

- Juguetes
- Componentes médicos
- Partes mecánicas
- Tuberías



Figura 12 Usos del PP GLF

Fuente: <http://www.plastemart.com/upload/ecamp/tipco/long-glass-fiber-reinforced-compounds.html>

Anexos

Un proceso de fabricación que puede ser aplicado a este material es el de moldeo por inyección al pertenecer a la familia de los termoplásticos. Por lo tanto, sería necesario fabricar distintas matrices para poder llevar a cabo este proceso.

Es necesario que algunas piezas sean ahuecadas para que así por ejemplo el módulo central sea utilizado como depósito junto con que el módulo superior debe tener componentes electrónicos en su interior. Por lo tanto, es importante que la matriz de fabricación este bien construida.

ANEXO 3: CONSENTIMIENTO INFORMADO

Consentimiento Informado

Encuestador
Fecha

Nro de Encuestado

Título del Proyecto: DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO DE AYUDA PARA EL ADULTO MAYOR CON UN BAJO GRADO DE DEPENDENCIA

El presente consentimiento tiene como objetivo el informar sobre la encuesta y fase de pruebas a la que va a estar sujeto el entrevistado.

¿Cómo será su participación en el estudio?

Su participación requiere de los siguientes procedimientos que usted podrá aceptar o rechazar:

- Responder una encuesta breve sobre su relación con la tecnología
- Participar en pruebas de un prototipo de dispositivo tecnológico orientado al adulto mayor
- Responder una encuesta breve sobre la interacción que tuvo con el prototipo

Garantías para su participación

- La información obtenida en esta fase de pruebas será para utilizada con fines académicos y los resultados podrán ser publicados bajo estricta confidencialidad y reserva de los datos personales.
- Este estudio puede implicar procesos invasivos que no ponen en riesgo la integridad física, moral y mental de los miembros.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

Aceptación

He leído y entendido la información contenida en este documento. Todas las preguntas que tenía relacionadas con el estudio me fueron explicadas. Entiendo que puedo rehusarme a participar en el estudio. Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Voluntariamente deseo participar en este estudio de investigación.

Firma del entrevistado _____

Fecha (dd/mm/aa) ____/____/____

Firma del entrevistador _____

Fecha (dd/mm/aa) ____/____/____

Consentimiento Informado

Encuestador JOAQUÍN DÍAZ
Fecha 26/11/2020

Nro de Encuestado 1

Título del Proyecto: DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO DE AYUDA PARA EL ADULTO MAYOR CON UN BAJO GRADO DE DEPENDENCIA

El presente consentimiento tiene como objetivo el informar sobre la encuesta y fase de pruebas a la que va a estar sujeto el entrevistado.

¿Cómo será su participación en el estudio?

Su participación requiere de los siguientes procedimientos que usted podrá aceptar o rechazar:

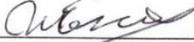
- Responder una encuesta breve sobre su relación con la tecnología
- Participar en pruebas de un prototipo de dispositivo tecnológico orientado al adulto mayor
- Responder una encuesta breve sobre la interacción que tuvo con el prototipo

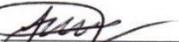
Garantías para su participación

- La información obtenida en esta fase de pruebas será para utilizada con fines académicos y los resultados podrán ser publicados bajo estricta confidencialidad y reserva de los datos personales.
- Este estudio puede implicar procesos invasivos que no ponen en riesgo la integridad física, moral y mental de los miembros.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

Aceptación

He leído y entendido la información contenida en este documento. Todas las preguntas que tenía relacionadas con el estudio me fueron explicadas. Entiendo que puedo rehusarme a participar en el estudio. Yo, Nancy Escobar Acuña he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Voluntariamente deseo participar en este estudio de investigación.

Firma del entrevistado 
Fecha (dd/mm/aa) 26/11/2020

Firma del entrevistador 
Fecha (dd/mm/aa) 26/11/2020

Consentimiento Informado

Encuestador Joaquin Diaz
Fecha 26/11/2020

Nro de Encuestado 2

Título del Proyecto: DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO DE AYUDA PARA EL ADULTO MAYOR CON UN BAJO GRADO DE DEPENDENCIA

El presente consentimiento tiene como objetivo el informar sobre la encuesta y fase de pruebas a la que va a estar sujeto el entrevistado.

¿Cómo será su participación en el estudio?

Su participación requiere de los siguientes procedimientos que usted podrá aceptar o rechazar:

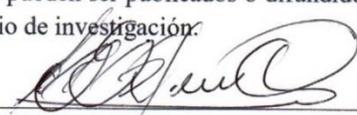
- Responder una encuesta breve sobre su relación con la tecnología
- Participar en pruebas de un prototipo de dispositivo tecnológico orientado al adulto mayor
- Responder una encuesta breve sobre la interacción que tuvo con el prototipo

Garantías para su participación

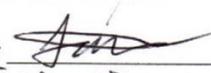
- La información obtenida en esta fase de pruebas será para utilizada con fines académicos y los resultados podrán ser publicados bajo estricta confidencialidad y reserva de los datos personales.
- Este estudio puede implicar procesos invasivos que no ponen en riesgo la integridad física, moral y mental de los miembros.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

Aceptación

He leído y entendido la información contenida en este documento. Todas las preguntas que tenía relacionadas con el estudio me fueron explicadas. Entiendo que puedo rehusarme a participar en el estudio. Yo, Carlos Espinosa P. he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Voluntariamente deseo participar en este estudio de investigación.

Firma del entrevistado 

Fecha (dd/mm/aa) 26 / 11 / 2020

Firma del entrevistador 

Fecha (dd/mm/aa) 26 / 11 / 2020

Consentimiento Informado

Encuestador JOAQUÍN DÍAZ
Fecha 27/11/2020

Nro de Encuestado 3

Título del Proyecto: DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO DE AYUDA PARA EL ADULTO MAYOR CON UN BAJO GRADO DE DEPENDENCIA

El presente consentimiento tiene como objetivo el informar sobre la encuesta y fase de pruebas a la que va a estar sujeto el entrevistado.

¿Cómo será su participación en el estudio?

Su participación requiere de los siguientes procedimientos que usted podrá aceptar o rechazar:

- Responder una encuesta breve sobre su relación con la tecnología
- Participar en pruebas de un prototipo de dispositivo tecnológico orientado al adulto mayor
- Responder una encuesta breve sobre la interacción que tuvo con el prototipo

Garantías para su participación

- La información obtenida en esta fase de pruebas será para utilizada con fines académicos y los resultados podrán ser publicados bajo estricta confidencialidad y reserva de los datos personales.
- Este estudio puede implicar procesos invasivos que no ponen en riesgo la integridad física, moral y mental de los miembros.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

Aceptación

He leído y entendido la información contenida en este documento. Todas las preguntas que tenía relacionadas con el estudio me fueron explicadas. Entiendo que puedo rehusarme a participar en el estudio. Yo, Mora Esobor Deuña he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Voluntariamente deseo participar en este estudio de investigación.

Firma del entrevistado M. Esobor
Fecha (dd/mm/aa) 27 / 11 / 2020

Firma del entrevistador Jee
Fecha (dd/mm/aa) 27 / 11 / 2020

Consentimiento Informado

Encuestador Joaquín Díaz
Fecha 27/11/2020

Nro de Encuestado **4**

Título del Proyecto: DISEÑO DE UN DISPOSITIVO TECNOLÓGICO DE AYUDA PARA EL ADULTO MAYOR CON UN BAJO GRADO DE DEPENDENCIA

El presente consentimiento tiene como objetivo el informar sobre la encuesta y fase de pruebas a la que va a estar sujeto el entrevistado.

¿Cómo será su participación en el estudio?

Su participación requiere de los siguientes procedimientos que usted podrá aceptar o rechazar:

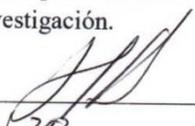
- Responder una encuesta breve sobre su relación con la tecnología
- Participar en pruebas de un prototipo de dispositivo tecnológico orientado al adulto mayor
- Responder una encuesta breve sobre la interacción que tuvo con el prototipo

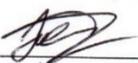
Garantías para su participación

- La información obtenida en esta fase de pruebas será para utilizada con fines académicos y los resultados podrán ser publicados bajo estricta confidencialidad y reserva de los datos personales.
- Este estudio puede implicar procesos invasivos que no ponen en riesgo la integridad física, moral y mental de los miembros.
- Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

Aceptación

He leído y entendido la información contenida en este documento. Todas las preguntas que tenía relacionadas con el estudio me fueron explicadas. Entiendo que puedo rehusarme a participar en el estudio. Yo, Hernán Reyes Torres he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Voluntariamente deseo participar en este estudio de investigación.

Firma del entrevistado 
Fecha (dd/mm/aa) 27/11/2020

Firma del entrevistador 
Fecha (dd/mm/aa) 27/11/2020

ANEXO 4: PREGUNTAS DEL PROCESO DE PRUEBAS

1ra encuesta Con respecto al entrevistado

1. ¿Qué dispositivos tecnológicos actuales sabe utilizar? (Por ejemplo, sabe utilizar un smartphone, o sabe navegar por internet.)
2. ¿Siente que quedo atrasado con respecto a los avances tecnológicos?
3. Si tuviese la oportunidad, ¿adquiriría productos tecnológicos de ayuda en el hogar o de ayuda personal? ¿Por qué? (Como por ejemplo sistemas de alarmas inteligentes, robots de compañía/rehabilitación, entre otros.)

2da encuesta Con respecto al uso del prototipo

1. ¿Cómo se sintió usando el dispositivo?
2. ¿Cuál de las funciones es la más útil? (Pulso, Temperatura, Alarmas, Emergencia)
3. ¿Qué mejoras le haría al dispositivo? Ej. Teclado, pantalla, sensores.
4. ¿Si este dispositivo se encontrara en el mercado, pero siendo una versión mejorada, lo adquiriría?