

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO CON ENFOQUE SOCIAL:  
**DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SALA  
MULTISENSORIAL PARA LAS PERSONAS DE LA TERCERA  
EDAD**

AUTORES:

HUGO FERNANDO DUCHI MATUTE  
EDWIN ENRIQUE BENALCÁZAR PARAPI

TUTOR:

Dr. MÓNICA KAREL HUERTA (Ph.D.)

CUENCA – ECUADOR

2018

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Hugo Fernando Duchi Matute con documento de identificación N° 0104954326 y Edwin Enrique Benalcázar Parapi con documento de identificación N° 060418445, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SALA MULTISENSORIAL PARA LAS PERSONAS DE LA TERCERA EDAD**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Electrónico*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, julio del 2018



Hugo Fernando Duchi Matute

CI: 0104954326



Edwin Enrique Benalcázar Parapi

CI: 0604184457

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SALA MULTISENSORIAL PARA LAS PERSONAS DE LA TERCERA EDAD**, realizado por Hugo Fernando Duchi Matute y Edwin Enrique Benalcázar Parapi, obteniendo el *Proyecto Técnico con enfoque Social* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, julio del 2018



Dr. Mónica Karel Huerta Ph.D.

CI: 0151450426

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Hugo Fernando Duchi Matute con número de cédula CI. 0104954326 y Edwin Enrique Benalcázar Parapi con número de cédula CI. 0604184457, autores del trabajo de titulación: **DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SALA MULTISENSORIAL PARA LAS PERSONAS DE LA TERCERA EDAD**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico con enfoque Social*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría

Cuenca, julio del 2018



Hugo Fernando Duchi Matute

CI: 0104954326



Edwin Enrique Benalcázar Parapi

CI: 0604184457

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Dra. Mónica Huerta y demás colaboradores de la UPS por el apoyo para la elaboración de este proyecto de tesis. A los directivos, terapeutas y todas las personas involucradas de la Universidad del Adulto Mayor por la confianza y palabras de ánimo que depositaron en nosotros, para que podamos finalizar este proyecto destinado hacia ese sector de la sociedad tan necesitados como son los adultos mayores.

*Hugo Fernando Duchi Matute*

Agradezco infinitamente a toda mi familia por darme su apoyo incondicional, su confianza, sus consejos sabios y toda su paciencia.

A mi madre **María**, que con mucho amor ha sido mi ejemplo en esfuerzo y perseverancia, quien nunca dudó de mí. Gracias por todo y tanto, madre, sin ti nada hubiera sido posible.

A mi hermano **Cristian**, por estar en los buenos y en los malos momentos y ser mi compañero de vida. Estoy seguro que llegarás muy lejos.

Al **Grupo de Investigación de Telecomunicaciones (GITEL)**, especialmente a nuestra tutora **Mónica Huerta**, quien nos brindó sus conocimientos, su confianza y su tiempo sin pensarlo dos veces, siendo un pilar fundamental en nuestro proyecto.

A cada una de las personas que forman parte de la **Universidad del Adulto Mayor y del Hogar Miguel León**, por recibirnos con los brazos abiertos y brindarnos todo su apoyo. Al **Dr. Saúl Chalco** y a **Sor Patricia Rodríguez**, que con cada charla nos motivan e incentivan a continuar con nuestro proyecto en favor de los adultos mayores. A **Susana Condo** y **Fernando Lozada**, que con su experiencia y conocimiento han sido un gran apoyo en el desarrollo del proyecto.

A la familia de mi compañero y amigo **Fernando Duchi**, por recibirme como parte de su familia, muchas gracias.

Gracias **Dios**, sé que nunca terminare de estar agradecido contigo.

*Edwin Enrique Benalcázar Parapi*

## **DEDICATORIAS**

Este trabajo se lo dedico a toda mi familia, a mis padres Rubén y Martha, a mi hermano y hermana Jhon y Katty, de una manera especial a mi hermana Karen que me cuida desde el cielo, gracias por el apoyo incondicional y sus palabras de aliento a lo largo de toda mi carrera. A todos mis amigos y compañeros por los momentos compartidos en nuestra vida estudiantil. Este es un paso para lograr mis metas y anhelos apuntando hacia un exitoso futuro profesional.

**Hugo Fernando Duchi Matute**

A mi familia, especialmente a mi madre y hermano, que siempre me apoyaron en esta etapa de mi vida y nunca dudaron de mí, a pesar de tener todo en contra.

A todos los que en algún momento creyeron en mí, estén o ya no se encuentren conmigo, cada conversación, gesto, momento y experiencia ha sido una parte importante en mi crecimiento.

**Edwin Enrique Benalcázar Parapi**

# ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	III
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO.....	XVI
JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES).....	XVII
OBJETIVOS.....	XVIII
OBJETIVO GENERAL.....	XVIII
OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	XVIII
CAPÍTULO 1:.....	1
1 Fundamentación Teórica o Estado del Arte.....	1
1.1 Estimulación Multisensorial.....	1
1.2 Cambios que se dan en el envejecimiento.....	2
1.3 Demencia.....	3
1.3.1 Alzheimer.....	6
1.3.2 Parkinson.....	7
1.3.3 Demencia por cuerpo de Lewy.....	8
1.3.4 Estadísticas.....	8
1.4 Salas Multisensoriales.....	8
1.4.1 Objetivos de las Salas Multisensoriales.....	9
1.4.2 Características de las Salas Snoezelen.....	9
1.4.3 Tipos de espacios multisensoriales.....	10
1.4.4 Beneficios de las Salas Multisensoriales.....	14
1.5 Inconvenientes.....	16
1.6 Test de Barcelona.....	16
1.7 Test de la Clínica de Mayo.....	18
CAPÍTULO 2:.....	20

2 Marco Metodológico.....	20
2.1 Diseño funcional y descripción de los elementos de la Sala Multisensorial....	20
2.1.1 Escalera de Colores .....	21
2.1.2 Panel de Olores .....	21
2.1.3 Tubo de burbujas.....	22
2.1.4 Ducha de Fibra Óptica .....	23
2.1.5 Cortina de Estrellas .....	24
2.2 Diseño Electrónico de los Elementos de la Sala Multisensorial .....	25
2.2.1 Diseño Electrónica de la Escalera de Colores.....	30
2.2.2 Diseño Electrónico del Panel de Olores.....	32
2.2.3 Diseño electrónico del tubo de burbujas .....	33
2.3 Diseño de Software de Control y Seguimiento .....	34
2.3.1 Propósito .....	34
2.3.2 Visión General del Software .....	34
2.3.3 Diseño Funcional de la Aplicación .....	35
2.3.4 Base de Datos .....	41
2.3.5 Interfaz Gráfica .....	44
CAPÍTULO 3:.....	54
3 Implementación de la Sala Multisensorial .....	54
3.1 Adecuación de la Sala Multisensorial .....	54
3.2 Construcción de los Equipos para la Sala Multisensorial .....	56
3.2.1 Escalera de Colores .....	56
3.2.2 Panel de Olores .....	58
3.2.3 Tubo de Burbujas .....	60
3.2.4 Ducha de Fibra Óptica .....	64
3.2.5 Cortina de Estrellas .....	65
3.3 Instalación de los Equipos de la Sala Multisensorial.....	67
3.3.1 Escalera de colores .....	67
3.3.2 Ducha de fibra óptica .....	68
3.3.3 Cortina de estrellas.....	68
3.3.4 Panel de olores .....	68
3.3.5 Tubos de burbujas .....	69
CAPÍTULO 4:.....	71
4 Análisis de los Resultado .....	71
4.1.1 Desarrollo de las terapias .....	71
4.1.2 Participantes .....	71
4.1.3 Procedimiento .....	73
4.1.4 Trabajo de terapias .....	74
4.1.5 Medición del grado de Satisfacción de los Elementos de la Sala Multisensorial.....	76
4.1.6 Resultados Obtenidos.....	78
CAPÍTULO 5:.....	82

5 Conclusiones y Recomendaciones .....	82
5.1 Conclusiones .....	82
5.2 Recomendaciones.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
APÉNDICES.....	88
APÉNDICE A: MANUAL DE USO .....	88
APÉNDICE B: PLANOS DE LOS ELEMENTOS DE LA SALA MULTISENSORIAL.....	94
APÉNDICE C: DISEÑOS PARA LOS CIRCUITOS IMPRESOS DE LOS ELEMENTOS.....	98
APÉNDICE D: PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SALA MULTISENSORIAL.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Degeneración de las neuronas [23].....	7
Figura 2: Sala multisensorial blanca [28].....	10
Figura 3: Sala multisensorial negra [28] .....	11
Figura 4: Tubo de burbujas [28].....	11
Figura 5: Escalera de colores [28].....	12
Figura 6: Cortina de estrellas [28].....	12
Figura 7: Luces de fibra óptica [28].....	13
Figura 8: Panel de olores [28]. .....	13
Figura 9: Sala Aventura [28].....	14
Figura 10: Distribución de los elementos en la sala.....	20
Figura 11: Escalera de Colores .....	21
Figura 12: Panel de Olores .....	22
Figura 13: Tubo de burbujas .....	23
Figura 14: Mando del tubo de burbujas .....	23
Figura 15: Estructura de la ducha de fibra .....	24
Figura 16: Botones en forma de domo [34] .....	25
Figura 17: Generador de burbujas eléctrico [35]. .....	26
Figura 18: Conector de 6 pines [36].....	26
Figura 19: Tubo de acrílico [37]. .....	27
Figura 20: Mini válvulas antirretorno [38]. .....	27
Figura 21: Componentes de un nebulizador ultrasónico [40] .....	27
Figura 22: Nebulizador ultrasónico [41] .....	28
Figura 23: Diagrama de bloques UL2003 [43] .....	29
Figura 24: Arduino nano [46]. .....	29
Figura 25: Esquemático de la fuente simétrica .....	30
Figura 26: Esquemático del preamplificador .....	30
Figura 27: Simulación del preamplificador.....	31
Figura 28: Esquemático del amplificador .....	31
Figura 29: Esquemático del circuito de luces .....	32
Figura 30: Esquemático del circuito de las botoneras.....	32
Figura 31: Esquemático del circuito para el panel de olores .....	33
Figura 32: Esquemático de la botonera del tubo de burbujas .....	33

Figura 33: Esquemático del circuito para el tubo de burbujas .....	34
Figura 34: Interfaz de inicio del programa de seguimiento .....	46
Figura 35: Interfaz gráfica de la ficha de seguimiento.....	47
Figura 36: Interfaz gráfica para modificar la ficha de seguimiento .....	48
Figura 37: Opciones para modificar las fichas de seguimiento .....	48
Figura 38: Búsqueda de las fichas de seguimiento .....	49
Figura 39: Modificar las fichas de seguimiento .....	49
Figura 40: Interfaz de la ficha modificada .....	50
Figura 41: Interfaz gráfica para el ingreso de pacientes .....	50
Figura 42: Interfaz gráfica para modificar las fichas de los pacientes.....	51
Figura 43: Opciones para modificar las fichas de los pacientes .....	51
Figura 44: Interfaz gráfica para modificar la institución del paciente .....	52
Figura 45: Interfaz gráfica del ingreso de terapeutas .....	52
Figura 46: Opciones para modificar las fichas de los terapeutas .....	52
Figura 47: Interfaz gráfica la salida de reportes .....	53
Figura 48: Estado inicial de la sala .....	55
Figura 49: Instalación de la ambientación en la sala.....	55
Figura 50: Placa PCB Fuente simétrica .....	56
Figura 51: Placa PCB del amplificador.....	56
Figura 52: Instalación final en la escalera de colores .....	57
Figura 53: Escalera de colores .....	57
Figura 54: Estructura de madera para el panel de olores .....	58
Figura 55: Instalación de las cajas de acrílico internas .....	59
Figura 56: Instalación de botones, ventiladores, cables.....	59
Figura 57: Circuito de los botones .....	60
Figura 58: Circuito de control de ventiladores y humificadores.....	60
Figura 59: Panel de olores.....	60
Figura 60: Bases para los tubos de acrílico .....	61
Figura 61: Bases de los tubos después de ser pintadas .....	61
Figura 62: Instalación del tubo en su base .....	62
Figura 63: Tubo de acrílico instalado en su base .....	63
Figura 64: Placas de los tubos de burbujas y las botoneras .....	63
Figura 65: proceso de instalación en el tubo de burbujas .....	64
Figura 66: Tubo de burbujas .....	64

Figura 67: Instalación de la fibra en la estructura .....	65
Figura 68: Ducha de fibra óptica.....	65
Figura 69: Proceso de instalación de la cortina de estrellas.....	66
Figura 70: Cortina de estrellas .....	66
Figura 71: Ubicación de los elementos en la Sala Multisensorial .....	67
Figura 72: Ubicación de la escalera de colores en la Sala Multisensorial .....	67
Figura 73: Ubicación de la ducha de fibra óptica .....	68
Figura 74: Ubicación de la cortina de estrellas .....	68
Figura 75: Ubicación del panel de olores en la Sala Multisensorial .....	69
Figura 76: Ubicación de los tubos de burbujas en la Sala Multisensorial .....	69
Figura 77: Sala Multisensorial instalada.....	70
Figura 78: Terapias con la escalera de colores y la cortina de estrellas.....	75
Figura 79: Terapias con la ducha de fibras óptica.....	75
Figura 80: Sesiones en la Sala Multisensorial.....	76
Figura 81: Estadísticas del grado de satisfacción de la escalera de colores.....	76
Figura 82: Estadísticas del grado de satisfacción del panel de olores.....	77
Figura 83: Estadísticas del grado de satisfacción de los tubos de burbujas.....	77
Figura 84: Estadísticas del grado de satisfacción de la cortina de estrellas.....	77
Figura 85: Estadísticas del grado de satisfacción de la ducha de fibra óptica .....	78
Figura 86: Resultados del estado de ánimo del paciente.....	79
Figura 87: Resultados de la coordinación motora.....	79
Figura 88: Resultados de audición .....	80
Figura 89: Resultados de visión .....	80
Figura 90: Resultados de la habilidad cognitiva .....	80
Figura 91: Resultados de lenguaje y comunicación.....	81
Figura 92: Escalera de colores .....	88
Figura 93: Panel de olores.....	89
Figura 94: Partes del panel de olores .....	89
Figura 95: Ducha de fibra óptica.....	90
Figura 96: Controlador de luz .....	91
Figura 97: Control de la ducha de fibra óptica.....	91
Figura 98: Tubo de burbujas .....	91
Figura 99: Control del tubo de burbujas .....	92
Figura 100: Cortina de estrellas .....	92

Figura 101: Alimentación y control de luz .....	93
Figura 102: Control de la cortina de estrellas .....	93
Figura 103: Plano de la Escalera de Colores.....	94
Figura 104: Plano del panel de olores .....	94
Figura 105: Diseño del panel de olores.....	95
Figura 106:Plano de la ducha de fibra.....	95
Figura 107: Diseño de la estructura de la ducha de fibra.....	96
Figura 108: Plano del soporte del tubo de burbujas.....	96
Figura 109: Diseño del tubo de burbujas .....	97
Figura 110: Plano del control del tubo de burbujas .....	97
Figura 111: Diseño del control de tubos de burbujas.....	97
Figura 112: Diseño del circuito principal del tubo de burbujas .....	98
Figura 113: Diseño del circuito de la botonera .....	98
Figura 114: Diseño del circuito para la escalera de colores.....	99
Figura 115: Diseño del circuito del panel de olores.....	99
Figura 116: Diseño del circuito de los botones del panel de olores.....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ejemplos de estimulación sensorial para cada uno de los sentidos aplicables en el cuidado de la demencia. ....	2
Tabla 2: Factores de Riesgo de la demencia .....	6
Tabla 3: Diseño funcional para crear la ficha de seguimiento .....	36
Tabla 4: Diseño funcional para modificar la ficha de seguimiento .....	37
Tabla 5: Diseño funcional para eliminar la ficha de seguimiento.....	37
Tabla 6: Diseño funcional para consultar la ficha de seguimiento .....	37
Tabla 7: Diseño funcional para crear la ficha del paciente .....	38
Tabla 8: Diseño funcional para modificar la ficha del paciente.....	39
Tabla 9: Diseño funcional para eliminar la ficha del paciente.....	39
Tabla 10: Diseño funcional para consultar la ficha del paciente .....	39
Tabla 11: Diseño funcional para crear la ficha del terapeuta.....	40
Tabla 12: Diseño funcional para modificar la ficha del terapeuta .....	40
Tabla 13: Diseño funcional para eliminar la ficha del terapeuta .....	40
Tabla 14: Diseño funcional para consultar la ficha del terapeuta .....	41
Tabla 15: Diseño funcional para crear el reporte de actividades .....	41
Tabla 16: Diccionario de datos de la ficha de seguimiento .....	43
Tabla 17: Diccionario de datos del paciente .....	43
Tabla 18: Diccionario de datos del terapeuta.....	44
Tabla 19: Características sociodemográficas de los participantes .....	72
Tabla 20: Características sociodemográficas de los pacientes.....	73
Tabla 21: Costos de los dispositivos de una Sala Multisensorial en el mercado .....	101
Tabla 22: Costos de los dispositivos de la Sala Multisensorial para la Universidad del Adulto Mayor .....	102

## RESUMEN

Actualmente en Ecuador el 7% de sus habitantes tienen más de 65 años y son considerados como adultos mayores. A esta parte de la sociedad se le asocia un incremento en la probabilidad de presentar deterioro cognitivo debido al envejecimiento. La falta de estímulos sensoriales en este sector de la población se ve reflejado en un deterioro de sus funciones cognitivas y en su comportamiento individual y social. Muchos investigadores se han enfocado en proponer métodos y dispositivos que permitan proporcionar experiencias sensoriales agradables, estimulando los sentidos primarios mediante actividades intelectuales sencillas en una atmósfera relajante. Uno de los métodos que ha tenido mayor éxito son las salas multisensoriales “Snoezelen” donde los especialistas trabajan la estimulación sensorial. Estas salas se enfocan en estimular los sentidos de las personas ayudándolos a entrenar su mente y habilidades motoras. Las salas multisensoriales son propicias para personas con patologías neurodegenerativas como: Alzheimer, Parkinson, Demencia, Huntington, Trastorno Bipolar u otras con deterioro cognitivo moderado o grave. En este proyecto se diseñó, desarrolló e implementó una Sala Multisensorial Negra para adultos mayores con deterioro cognitivo o enfermedades neurodegenerativas. Entre los elementos que se encuentran en la sala multisensorial implementada están: escalera de colores, panel de olores, tubos de burbujas, ducha de fibra óptica y cortina de estrellas. Adicionalmente, se desarrolló un programa en java con un entorno NetBeans para el seguimiento de los pacientes. Para este estudio se realizaron terapias en la sala multisensorial con 12 pacientes durante un tiempo de 3 meses, los terapeutas aplicaron los test de Barcelona y de la clínica de mayo para evaluar el deterioro cognitivo y después el impacto de la sala en los adultos mayores. Los resultados evidencian una mejora del estado de ánimo, disminución del patrón de agresividad especialmente en aquellos con enfermedades neurodegenerativas, disminución de los signos de depresión y una mejora en la relación con las demás personas.

## **ABSTRACT**

Currently in Ecuador 7% of the inhabitants are over 65 years old and are considered to be older adults. This part of society is associated with an increased risk of cognitive impairment due to aging. The lack of sensory stimuli in this sector of the population is reflected in a deterioration in their cognitive functions and in their individual and social behaviour. Some researchers have focused on proposing methods and devices that provide pleasant sensory experiences, stimulating the primary senses through simple intellectual activities in a relaxing atmosphere. One of the most successful methods has been the multisensory rooms called "Snoezelen" where specialists work on sensory stimulation. These rooms focus on stimulating people's senses to help them to train their mind and motor skills. Multisensory rooms are suitable for people with neurodegenerative pathologies such as Alzheimer's, Parkinson's, Dementia, Huntington's, Bipolar Disorder or others with moderate or severe cognitive impairment. In this project, a Black Multisensory Room was designed, developed and implemented for elderly people with cognitive impairment or neurodegenerative diseases. The multi-sensory room includes: colored staircase, odor panel, bubble tubes, fiber optic shower and star curtain. In addition, a java program was developed with a NetBeans environment for patient follow-up. For this research, therapies were performed in the multisensory room with 12 patients over a period of 3 months, the therapists applied the Barcelona and Mayo Clinic tests to assess cognitive impairment and then the impact of the room on the patients. The results show an improvement in mood, a decrease in the pattern of aggressiveness, especially in those with neurodegenerative diseases, a decrease in the signs of depression and an improvement in the relationship with other people.

## INTRODUCCIÓN

Las salas multisensoriales se presentan como una práctica efectiva para los adultos mayores que ayuda a entrenar las habilidades mentales y motoras a través de elementos que estimulan los sentidos de las personas. Los espacios donde los especialistas trabajan la estimulación de los sentidos son también llamados Salas Multisensoriales “Snoezelen” [1][2].

Su concepto surge en Holanda en los años 70 con Jan Hulsegge y Ad Verheul, ambos terapeutas, mientras trabajaban en el instituto Hartenberg, un centro donde se encontraban personas con demencia mental. Ellos implementaron una tienda sensorial que contaba con objetos táctiles, instrumentos musicales, perfumes, etc. La finalidad era crear un espacio en donde las personas puedan relajarse con experiencias sensoriales agradables y con la cual se puedan estimular los sentidos primarios de las personas sin que sea necesario de que realicen alguna actividad intelectual compleja [2] [3].

Debido al ambiente agradable que generaban, en sus inicios estaban destinadas hacia niños con dificultades de aprendizaje y que tenían dificultades para explorar su entorno. Mediante los estudios realizados, los terapeutas observaron los sorprendentes resultados que generaba el uso de las mismas. Es así que cada terapeuta empezó a implementar su propia sala multisensorial [3]. En el año de 1987 en Whittington en el Reino Unido se implementa la primera Sala Snoezelen en un centro para adultos con deficiencia mental [3]. Los estudios realizados sobre el uso de las salas Snoezelen y sus beneficios mostraron reacciones en los usuarios como: relajación, lenguaje espontáneo, disminución de estereotipias, expresiones faciales, disminución de problemas de conducta, etc. [4]. Los resultados fueron tan impresionantes que se empezaron a utilizar en la mayor parte de Europa para el cuidado de niños con autismo y discapacidad [3].

En los últimos años, se han realizado un mayor número de investigaciones de la implementación de estas salas para las personas que presentan patologías de deterioro cognitivo de moderado a severo como: Parkinson, demencia, Alzheimer, Huntington, desorden de bipolaridad entre otros [5][6][7][8]. En la terapia, a los

pacientes no se les obliga a aprender nuevas cosas sino que tienen la oportunidad de sentir, relajarse, explorar y experimentar sensaciones [9].

El beneficio de una sala multisensorial no solo se ha reflejado en los pacientes, sino que debido a que el cuidado de los pacientes con demencia o daño cerebral va acompañado de una alta dependencia de la atención y de los trastornos del comportamiento, los cuidadores sufren una pesada carga de trabajo. Los estudios han demostrado que hay efectos significativos en relación con la carga de trabajo, el estrés, la satisfacción en el trabajo y el agotamiento de los cuidadores [10]. Esto ha hecho que estas sean conocidas en todo el mundo y se expandan hacia más grupos de personas como son los centros geriátricos, personas con autismo, centros de personas discapacitadas, hospitales o centros de rehabilitación [2].

## **ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE ESTUDIO**

### **Salas multisensoriales implementadas**

En el Ecuador las salas multisensoriales no son nuevas. La Universidad Politécnica Salesiana ha venido implementación diferentes salas y equipos para la estimulación sensorial en diferentes centros que atienden a adultos o a niños con capacidades especiales.

Un ejemplo es la sala multisensorial implementada en el instituto Fiscal Especial de Invidentes y Sordos del Azuay, en donde se instaló diferentes paneles con juegos y secuencias de luces para desarrollar tanto los sentidos psicomotrices como creativo que permiten al niño y a su tutor interrelacionarse y aprender [11].

Otro ejemplo de una sala multisensorial es la implementada en el Centro CIMA de la ciudad de Cuenca destinada para niños autistas. El proyecto utiliza realidad aumentada que es la introducción de elementos virtuales al mundo real. Mediante una cámara web y un proyector de buena resolución se crea un efecto de aula virtual en la cual los niños interactúan con las diferentes aplicaciones para estimular la vista y la parte auditiva [12].

Existen salas implementadas en la Fundación “General Dávalos” y la Unidad Educativa Especial del Azuay “UNEDA”, dedicadas para niños y adolescentes con capacidades especiales. Siguiendo las especificaciones de una sala Snoezelen se implementó una parecida adaptándose a la realidad local que cuenta con paneles de aprendizaje, tubos interactivos de confeti, juegos interactivos, panel de sonidos y silla vibratoria. Así mismo en UNEDA cuenta con un cubo inalámbrico que ayuda a los niños con sus terapias de lenguaje y que permite visualizar imágenes según el color de la cara en que caiga [13].

## **JUSTIFICACIÓN (IMPORTANCIA Y ALCANCES)**

Actualmente, en el Ecuador el 7% de sus habitantes tiene más de 65 años, esta parte de la sociedad se asocia con un aumento en la probabilidad de presentar un deterioro cognitivo debido al envejecimiento [14]. La privación sensorial en los adultos mayores ocasiona trastornos en su comportamiento social o individual. Los adultos mayores que se encuentran asilados en instituciones son más propensos a sufrir este tipo de trastornos.

Mediante el uso de la iluminación, sonidos, olores, sabores, se pretende estimular, calmar y relajar a los adultos mayores. Dentro de la Sala Multisensorial se utilizan diferentes estímulos sensoriales que ayudan a la esfera cognoscitiva y funcional de las personas adultas mayores, mejorando la relación para con sus pares y con su entorno social y personal, ya que la iniciativa de la sala a más de la parte ejecutable es brindar un ambiente de bienestar y relajación, tanto como para el participante como para el operante.

Al brindar este tipo de ambiente, las salas multisensoriales no están muy enfocadas en hacer uso de las habilidades cognitivas. Esto las hace ideales para personas que tengan comunicación limitada o que presentan algún tipo de demencia. Los resultados obtenidos, hasta ahora, en pacientes con demencia confirman una mejora en el comportamiento agresivo, en su estado de ánimo, en las relaciones con los demás, mayor atención a sus ambientes y una mayor relajación; demostrando que su eficacia es igual o mayor que otro tipo de actividades. Aunque todavía no se tienen un resultado concluyente sobre sus efectos a largo plazo, estos estudios ponen como un factor determinante a la interacción que debe tener el terapeuta y el paciente para que se obtengan resultados significativos [15][16].

En nuestro caso, el proyecto presentado tiene objetivos viables que se adaptan a las necesidades del grupo beneficiado, los adultos mayores.

La financiación del proyecto se realizó de acuerdo a un convenio que se firmó entre la Universidad del Adulto Mayor (UAM) y la Universidad Politécnica Salesiana con el grupo de investigación GITEL, en el cual consta que los gastos serían cubiertos por ambas instituciones. Dando como resultado un proyecto sostenible para su realización.

# **OBJETIVOS**

## **OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar, construir e implementar una Sala Multisensorial Negra para personas de la tercera edad.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICO**

- Investigar y analizar las diferentes características que presenta una sala multisensorial y sus efectos en las personas de la tercera edad.
- Estudiar y analizar los componentes y necesidades de una sala multisensorial negra.
- Diseñar e implementar los elementos elegidos para la sala multisensorial: tubo de burbujas, escalera de colores, fibra óptica, panel de olores, cortina de luces.
- Diseñar e implementar un software para el seguimiento de los pacientes en cada elemento.
- Probar y evaluar el funcionamiento de la sala multisensorial desarrollada en adultos mayores.

# CAPÍTULO 1:

## 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA O ESTADO DEL ARTE

### 1.1 ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL

El mundo que nos rodea está lleno de estímulos sensoriales. Nuestros sentidos: el gusto, la vista, el olfato, el tacto, y el oído están siendo constantemente estimulados. Una persona que se encuentre en un entorno poco estimulante a menudo duerme para pasar el tiempo. Al contrario, si alguien se encuentra en un lugar demasiado ruidoso puede abrumarse fácilmente. La estimulación sensorial es vital para nuestro bienestar y salud.

La estimulación multisensorial en los adultos mayores es una práctica eficaz que ayuda a entrenar la mente y motricidad a través de elementos que hacen trabajar los sentidos de las personas [9].

Los adultos mayores debido a sus limitaciones físicas y cognitivas necesitan ayuda para participar en este tipo de actividades. Una correcta estimulación generará alivio del estrés y el aburrimiento. Tanto el terapeuta como el paciente deben comunicarse para una mejor sensación de confort y bienestar [17].

En la terapia, a los pacientes no se les obliga a aprender nuevas cosas sino que tienen la oportunidad de sentir, relajarse, explorar y experimentar sensaciones [9]. Estas sensaciones están directamente relacionadas con los sentidos, como se puede observar en la Tabla 1.

<b>Estímulos según el sentido</b>	
Vista	Luz, imágenes, color, material de diversas cualidades ópticas (brillante, reflexivo, transparente)
Tacto	Materiales y objetos presentando varias superficies, textura y sensación, temperatura, brisa, vibración

Gusto	Bebidas (calientes o frías), comida estimulante / tentempiés (frutas cítricas, sorbete o menta), alimentos texturizados (palomitas de maíz y gelatina)
Olor	Aromas, comida, flores, animales, piel.
Sonido	Música, sonido-paisaje, sonidos ambientales (canto de los pájaros, olas del mar)
Movimiento	Asientos diferentes posiciones, mecedora, frijol bolsa, acostado, estimulante movimientos de cabeza y brazo

**Tabla 1: Ejemplos de estimulación sensorial para cada uno de los sentidos aplicables en el cuidado de la demencia.**

Las personas con enfermedades mentales, algún tipo de demencia, discapacidades físicas o algún tipo de lesión encuentran relajantes cualquier tipo de actividad sensorial en la que se estimulen sus sentidos. Esto se ha comprobado debido a su cambio de ánimo, aumento de atención y mejor comportamiento.

## **1.2 CAMBIOS QUE SE DAN EN EL ENVEJECIMIENTO**

El envejecimiento es un proceso biológico normal, se presenta como un cambio progresivo, dinámico, variado y complejo, afectando de diferente manera a las personas e incluso a los diferentes órganos de su cuerpo. Todas las células cambian mientras se va envejeciendo; se hacen más grandes y van perdiendo la capacidad para reproducirse y dividirse. Los cambios descritos generan una pérdida de función de forma progresiva en los órganos de la persona, consecuentemente, una disminución de la máxima capacidad funcional. Los cambios más significativos se dan en estos órganos: corazón, pulmones y riñones [18].

A continuación, se da una breve descripción del estado de los órganos que intervienen en los sentidos durante la vejez:

**Visión:** A medida que se envejece el tamaño de la mancha ciega aumenta y se reduce la visión progresivamente. Se vuelve más lenta la adaptación a la oscuridad. Entre los trastornos más comunes están: glaucoma, catarata senil, degeneración macular senil siendo esta la principal causa de ceguera en el adulto mayor [18].

**Audición:** El 90% de los adultos mayores sufren trastornos auditivos. El descuido en el cuidado de sus aparatos auditivos ocasiona que no los usen o no repongan sus baterías. La sordera predispone al adulto mayor a sufrir psicosis paranoides, lo que lo aísla socialmente y ocasiona que malinterprete lo que dicen los demás [18].

**Gusto y olfato:** Se deterioran progresivamente con la edad. El no percibir un olor puede causar accidentes. Así mismo la pérdida del olfato ocasiona que el gusto del adulto mayor falle al hacer que todos los alimentos le parezcan igual, quitándole la satisfacción de comer [18].

**Tacto:** El trastorno en el sentido del tacto se produce principalmente en los pacientes que se encuentran confinados en cama o silla de ruedas y los que sufren con un síndrome hemisensorial por un infarto [18].

### **1.3 DEMENCIA**

La demencia no es una enfermedad en si misma sino el resultado sintomático de diversas lesiones en el sistema nervioso central. Está acompañada del deterioro de las facultades cognitivas y funcionales del paciente. Produce trastornos de lenguaje y memoria, lo que desemboca en la incapacidad de hacer actividades de la vida diaria [19].

En una etapa avanzada las personas llegan a tener problemas de conducta, ansiedad, agitación, apatía y delirios. Tales síntomas se los combate mediante terapias farmacológicas o con otro tipo de terapias como las realizadas en salas multisensoriales [19].

Principales síntomas de demencia [20]:

**Alteración de la memoria:** Es precoz y constante. En sus inicios se presenta con pequeñas equivocaciones u olvidos. A medida que avanza se deteriora la capacidad de aprender, retener y recordar información. Afectando a las memorias inmediata, mediana y remota.

**Alteración de la atención:** Se presenta con síntomas de agotamiento mental cuando el paciente se concentra en alguna actividad psíquica. En mínimo esfuerzo mental fatiga al paciente.

**Alteración de la orientación:** La desorientación en el tiempo le incapacita para situarse en el tiempo. Igualmente, la desorientación en el espacio hace que se pierdan en algunos lugares que no conocen y después hasta en su propia casa.

**Alteración del pensamiento:** Muestran dificultad para cambiar de tema lo que manifiesta lentitud y pobreza de pensamiento. Es común el olvido de nombres de personas y objetos.

**Alteración del lenguaje:** El lenguaje oral y escrito se ven afectados haciéndose erróneos e imprecisos. Se pierde la espontaneidad del lenguaje llegando a enmudecerse o repetir sonidos y palabras.

**Alteración del juicio:** Realizan actos absurdos a los que el paciente no da explicaciones. Con el avance de la enfermedad se pierde la lógica, la autocrítica, llegando al punto en que paciente realiza actos aberrantes.

**Alteraciones afectivas:** El paciente comienza a presentar cambios de humor constantes. Puede presentar frustraciones y explosiones de llanto por no haber logrado alguna actividad intelectual. Ya en una etapa avanzada muestra indiferencia ante las expresiones de afecto.

**Alteraciones del intelecto:** El paciente empieza a fallar al resolver problemas matemáticos elementales o de la vida corriente, va perdiendo la capacidad de abstracción, su capacidad constructiva.

**Alteración sensoperceptiva y delirante:** Presenta alucinaciones y falsos reconocimientos. Al igual que ideas delirantes.

**Alteraciones de la personalidad:** Su personalidad puede cambiar completamente, así como acentuarse. Presenta una conducta desinhibida y hace bromas inapropiadas, su trato se presenta rudo o agresivo, puede cometer indiscreciones sexuales.

**Factores de Riesgo de las demencias:** En la Tabla 2 podemos ver los factores de riesgo divididos en las categorías más importantes [19]:

<p><b>Factores de riesgo no modificables</b></p>	<p>Edad</p> <p>Antecedentes familiares de demencia</p> <p>Sexo</p> <p>Factores genéticos relacionados con la Enfermedad del Alzheimer</p>
<p><b>Factores potencialmente modificables</b></p>	<p>HTA</p> <p>Obesidad</p> <p>Diabetes mellitus</p> <p>Hipercolesterolemia</p> <p>Hiperhomocisteinemia</p> <p>Factores de riesgo vascular</p> <p>Tabaquismo</p> <p>Anemia</p>
<p><b>Otros factores biológicos</b></p>	<p>Depresión</p> <p>Hipertiroidismo</p> <p>Niveles de hormonas sexuales en sangre</p>
<p><b>Estilos de vida</b></p>	<p>Actividad física</p> <p>Tabaquismo</p> <p>Traumatismo craneoencefálico</p> <p>Dieta alta en grasa y pobre en omega-3</p> <p>Actividad intelectual</p>

	Consumo de café Consumo de alcohol Peso corporal
<b>Factores sociodemográficos</b>	Redes sociales, Nivel de escolarización, estado civil Exposición a toxinas Nivel socioeconómico

**Tabla 2: Factores de Riesgo de la demencia**

No se tiene una metodología específica para clasificar la demencia. Existen varias formas, pero el criterio más conocido es el etiológico. Se consideran tres categorías etiológicas: demencias degenerativas primarias (Enfermedad de Alzheimer, Degeneración lobular frontotemporal, Demencia con cuerpos de Lewy, Parkinson y otras), demencias secundarias y demencias combinadas o múltiple [20] [21].

### **1.3.1 ALZHEIMER**

Llamado así gracias al neurólogo alemán Alois Alzheimer. Debido a que descubrió una serie de problemas de memoria en una paciente. Es la cuarta causa de muerte de los adultos mayores y su cifra va creciendo lo que supone un riesgo de pandemia para mediados de siglo [22].

La enfermedad del Alzheimer (EA) tiene características clínico patológicas de naturaleza degenerativa y evolución progresiva. Clínicamente se caracteriza por un deterioro cognitivo y demencia [19].

Es una enfermedad muy común dentro de los diferentes tipos de demencias representando un 70% de los casos. Por lo general no es una enfermedad que se transmita, aunque se han presentado algunos casos [19].

#### **Síntomas**

Comienza con vértigos e insomnios, así como con dolores de cabeza. El síntoma principal en la EA es la pérdida de memoria episódica, presentando en el paciente mayor dificultad para aprender cosas nuevas. Después de esto presenta

problemas en el lenguaje, capacidades constructivas, habilidades visuoespaciales, praxis motoras y funciones ejecutivas [19].

Cuando la enfermedad evoluciona la persona va perdiendo progresivamente su autonomía en las actividades de la vida diaria. Se muestran también, síntomas psicológicos y conductuales. Aún no se tiene información sobre su origen y tampoco existe una cura [22].

Todos estos síntomas tienen un gran impacto en la vida de los pacientes y en la carga que existe en sus cuidadores [19].

### 1.3.2 PARKINSON

En 1817, el médico británico James Parkinson fue el primero que la describió como una parálisis agitante, Luego el neurólogo francés Charcot le concedió el nombre de Enfermedad de Parkinson [23].

La enfermedad afecta al sistema nervioso, dañando y degenerando las neuronas ubicadas en la sustancia negra. Estas neuronas son las que producen la dopamina, sustancia fundamental para el movimiento del cuerpo, como se puede ver en la Figura 1. Al no recibir suficiente dopamina, el cerebro transmite los mensajes de cómo y cuándo moverse de forma errónea, apareciendo de forma gradual los síntomas motores de la enfermedad [23].



**Figura 1: Degeneración de las neuronas [23].**

La edad promedio de comienzo de la enfermedad está por los 60 años y se presenta más en los hombres que en las mujeres [23].

Es una enfermedad crónica y progresiva. Al principio afecta a un solo lado cuerpo y su tratamiento debe ser individualizado ya que es un trastorno muy heterogéneo ya que cada paciente presenta síntomas y curso muy variables [23].

Cerca del 60% al 80% de las personas que desarrollan esta enfermedad, terminan también desarrollando demencia en un tiempo estimado de 8 años [19].

### **1.3.3 DEMENCIA POR CUERPO DE LEWY**

La demencia por cuerpo de Lewy tiene un parecido con otras enfermedades como el Alzheimer y la enfermedad de Parkinson, por lo que se las puede confundir [19].

En esta enfermedad se desarrollan síntomas físicos, cognitivos, alteraciones de sueño y comportamiento muy similares a las que se presentan en la enfermedad del Parkinson. La presencia de síntomas conductuales y psicológicos en mucho de los casos ayuda en la diferenciación del tipo de demencia. En la demencia por cuerpo de Lewy son frecuentes los síntomas psicóticos, principalmente las alucinaciones y el trastorno de conducta asociado a la fase REM del sueño [19].

### **1.3.4 ESTADÍSTICAS**

El Alzheimer es mucho más común, llegando a afectar a 36,5 millones de personas en el mundo [22].

Según el Tase, en el Ecuador existen unas 59 mil personas con Alzheimer y otras demencias. Y con ellas unos 7 familiares directamente afectados. Dando un total de 420.000 ecuatorianos directamente afectados [22].

## **1.4 SALAS MULTISENSORIALES**

Las salas multisensoriales son espacios que intentan recrear un entorno relajante y estimulante hacia los sentidos del tacto, oído, vista, gusto y olfato de la persona que la usa. El ambiente creado permite que las personas se relacionen mejor con su entorno y desarrollen sus sentidos mental y corporalmente.

Algunos de los espacios en los que se trabaja la estimulación sensorial son las llamadas salas multisensoriales “Snoezelen”. Snoezelen se define como el “*despertar*

*de los sentidos a través de la propia experiencia sensorial. Es la recreación de momentos de vida auténtica para personas diferentes” [24].*

#### **1.4.1 OBJETIVOS DE LAS SALAS MULTISENSORIALES**

Las salas multisensoriales Snoezelen tienen como objetivo los siguientes principios [25] [26]:

- Elección por parte de los pacientes de que elementos usar y la actividad a realizar.
- Creación de un ambiente seguro y tranquilo.
- Consecución de una atmosfera relajante o estimulante dependiendo de las necesidades del paciente.
- Propiciar la elección de los usuarios que tienen dificultad de elección por sus características físicas o psíquicas.
- Recrear una experiencia de ocio y diversión, justamente destinada a pacientes con dificultades motoras o psíquicas.

#### **1.4.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS SALAS SNOEZELLEN**

Las características más resaltantes de las salas Snoezelen son [3]:

- **Illuminación:** La luz exterior e interior no debe interferir en la sesión. Se pueden usar cortinas o cristales opacos para evitar deslumbramientos. Se usa proyectores de luces de colores y espejos, proyectándolo sobre la pared, suelo y mobiliario. Logrando crear diferentes atmosferas.
- **Resonancia y reverberación:** los estímulos sonoros pueden influencia negativamente por la utilización de tiempos silenciosos. Música con sonido claro que se emita en toda la sala.
- **Color:** Los colores del aula cambian según la funcionalidad del aula.
- **Mobiliario:** Colores que permitan identificarlo, acolchados y con la altura que se ajuste a las características de los sujetos.
- **Conexiones eléctricas:** Se debe tener una central para las conexiones eléctricas.

- **Suelos, paredes y columnas:** en lo posible es necesarios que estos estén cubiertos y acolchonados para evitar golpes.

### 1.4.3 TIPOS DE ESPACIOS MULTISENSORIALES

#### 1.4.3.1 Entorno Pasivo

La estimulación se realiza por medio de efectos sensoriales.

#### 1.4.3.2 Entorno Activo

La estimulación se realiza por medio de actividades de aprendizaje y reconocimiento de su entorno. Se diferencia tres tipos de sala:

##### **Sala Blanca**

Se trata de una sala en la que predomina la ausencia de color, esto para centrar la actividad y resaltar la iluminación, la música y elementos a los que se desea que se preste atención. El fin de esta sala es llegar a la relajación y la estimulación sensorial en el paciente [4] [27], la Figura 2 muestra un ejemplo de la sala blanca.



**Figura 2: Sala multisensorial blanca [28]**

##### **Sala Negra**

Su principal característica es la luz negra (Luz ultravioleta). Bajo esta luz se resaltan determinados colores. Facilitan el aprendizaje y es de gran utilidad para pacientes con discapacidad visual y alumnos con problemas de atención debido a los altos contrastes, como se puede observar en la Figura 3 [4] [27].



**Figura 3: Sala multisensorial negra [28]**

## **Elementos de una Sala Multisensorial Negra**

### **Tubo de Burbujas**

Tubo acrílico transparente que vibra cuando se toca. Las burbujas ascienden y cambia de colores automáticamente o mediante botones incorporados, como se puede ver en la Figura 4. Con esto se procura la estimulación y relajación del paciente mediante efectos visuales brillantes: facilita la fijación al seguir las burbujas cuando ascienden además de contar con estímulos táctiles [29].



**Figura 4: Tubo de burbujas [28].**

### **Escalera de Colores**

Las luces se encienden de acuerdo a la intensidad de la voz o el sonido emitido, encendiéndose ascendentemente, a mayor intensidad más altura alcanza [29], la Figura 5 muestra un ejemplo de la escalera de colores que se desea implementar.



**Figura 5: Escalera de colores [28].**

### **Cortina de Estrellas**

La cortina de estrellas está compuesta por luces de color que brillan y cambian constantemente en la superficie. El controlador cuenta con distintas modalidades de brillo, velocidad dando efectos de cielo nocturno [28]. La Figura 6 muestra un ejemplo de la cortina de luces.



**Figura 6: Cortina de estrellas [28].**

### **Fibra Óptica**

Son hebras largas de fibra óptica que emiten luz y color. Cambian de color lentamente y debido a los puntos de luz producen efectos estimulantes. Se pueden manipular con total seguridad ya que las fibras no transportan corriente eléctrica ni calor. Las variaciones de color generan sensaciones calmantes y estimulación visual y táctil [29] [28]. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra las luces de fibra óptica.



**Figura 7: Luces de fibra óptica [28].**

### **Panel de Olores**

Se utiliza para estimulación olfativa y visual. Cuenta con 4 pulsantes, los cuales al presionar cualquiera se expulsará un olor específico. Gracias a esto la persona puede asociar ciertos olores a recuerdos, personas, lugares o situaciones [29] [28]. La Figura 8 muestra un ejemplo del panel de olores.



**Figura 8: Panel de olores [28].**

### **Sala Aventura**

Permite las actividades perceptivo-motoras y sensoriales ya que colocan obstáculos, cuerdas, pelotas, etc. Un ejemplo de sala de aventura se puede observar en la Figura 9 [4].



**Figura 9: Sala Aventura [28]**

#### **1.4.4 BENEFICIOS DE LAS SALAS MULTISENSORIALES**

Las salas Snoezelen han sido utilizadas en diferentes instituciones desde hace ya varios años. Instituciones como centros de discapacitados, centros geriátricos, hospitales, centros de educación especial, han dado razón en la potencialidad que tienen estos espacios.

Entre los diferentes pacientes tratados podemos encontrar los siguientes beneficios:

**Discapacitados:** se trabaja la parte lógica, coordinación y su concentración. Al ser el aula un espacio relajante, este ayuda a potenciar las relaciones positivas fuera del estrés de un centro educativo [3].

**Discapacitados cognitivos:** las ventajas que presenta el uso de estas salas van desde mejorar su calidad de vida ya que incentivan su autonomía, el control de sus emociones, su tolerancia, así como beneficios en sus relaciones familiares. Son un instrumento de comunicación no verbal ya que potencia su relajación e incentivan a tomar acción al estimular sus sentidos.

Una de las potencialidades que se han encontrado con el uso de las salas multisensoriales es su utilización en personas con autismo. Su utilización consigue reducir hasta un 75% de la agresividad que presentan estos pacientes en comparación con otro tipo de terapias [3].

**Pacientes con problemas psiquiátricos:** El entorno relajante permite que los enfermos con problemas psiquiátricos obtengan un ambiente de confianza en el que pueden abrirse y hablar de sus sentimientos [3].

**Pacientes con Alzheimer:** En la fase inicial (fase de diagnóstico), los estímulos sensoriales reducen el estrés, ayudan a mejorar el estado de ánimo y mejorar su autoestima. Se trabaja en revivir recuerdos del paciente mediante musicoterapia. En una segunda fase (fase intermedia), se estimulan los sentidos como vista, oído, gusto. Mediante la utilización de los diferentes elementos de la sala Snoezelen, se trabaja en que los pacientes presten atención a diferentes objetos destinados a estimular estos sentidos. Con estos se reduce aquellos comportamientos inadecuados. Es importante que el trabajo con cada elemento tenga relación con el estilo de vida de cada paciente y sus preferencias socioculturales. Una tercera fase (fase severa), se aplican todas las terapias ya descritas, se potencia la estimulación sensorial, con terapias que ayuden a reducir el dolor, mejorar la relajación y reducir el estrés, mejorando así su calidad de vida [3].

Los dispositivos que se utilizan en la sala multisensorial y los beneficios que se han encontrado en cada uno de los sentidos de los pacientes se los describe a continuación:

**Vista:** En este caso se usan proyectores, luces de colores, tubos de burbujas, espejos, escalera de colores, etc. Con esto mejoramos el control de los músculos encargados de la vista, la eficacia visual, su respuesta visual y la capacidad de imitación muscular [3].

**Oído:** La música sirve para relajar a los pacientes, estimula su actividad psíquica, física y emocional. Se debe tomar en cuenta el tono, el nivel y ritmo que generen el ambiente deseado. Sonidos de animales y de la naturaleza estimulan el cerebro ayudándoles a procesar las sensaciones auditivas [3].

**Olfato:** En este caso pueden ser utilizados elementos como el panel de olores, aceites de masajes, esencias. Aromas familiares y que estimulen sus recuerdos. Aceites aplicados directamente a su piel trabajan el cerebro y su sistema nervioso para establecer armonía entre cuerpo y mente [3].

**Gusto:** Se utiliza para generar experiencias con diferentes sabores. Mejora su capacidad de decisión ya que los pacientes mostraran sus preferencias. Además, trabaja los músculos encargados de la masticación [3].

**Tacto:** Elementos como caminos de texturas, pelotas, paneles táctiles, etc. Trabajan de tal forma que las personas sean conscientes de sus manos, a la manipulación de objetos y la diferenciación o parecido entre los objetos con los que se trabaja [3].

## 1.5 INCONVENIENTES

Aunque las aulas multisensoriales tienen el potencial para generar bienestar y mejorar las habilidades de una persona, pueden presentar inconvenientes si no se tiene el diseño indicado y como se usará el entorno. Por lo que no cumplen las expectativas y el personal deja de usarlos.

Se puede presentar qué [17]:

- Los equipos no son apropiados para la edad de las personas, los adultos mayores no pueden conectarse con ellos al ser demasiado complejo.
- Las imágenes y elementos son demasiado infantiles o juveniles en su estética.
- Existen demasiadas distracciones con accesorios innecesarios.
- Muchas luces o poca variedad de accesorios para estimulación sensorial.

Al no dar importancia a un diseño que se acople a sus necesidades los espacios pueden ser inadecuados para que las personas lo usen y su funcionalidad puede ser nula. Por lo que es importante la coordinación entre todas las personas involucradas en la construcción y uso de las mismas [17].

## 1.6 TEST DE BARCELONA

El test de Barcelona es un instrumento de exploración neuropsicológica para evaluar el estado cognitivo de las personas. Evalúa funciones como: orientación,

lenguaje, lectura, atención-concentración, praxis, escritura, reconocimiento visual, memoria y abstracción [30] [31].

Establece un perfil clínico a partir de un conjunto de subtest en el que cada uno tiene un valor específico y un valor contextual dentro del conjunto de pruebas. A continuación, se enumeran los subtests incluidos en el test Barcelona.

1. Lenguaje espontáneo.
2. Fluencia y contenido informativo.
3. Prosodia.
4. Orientación.
5. Dígitos.
6. Lenguaje automático-control mental.
7. Praxis orofonatoria.
8. Repetición verbal.
9. Repetición de errores semánticos.
10. Denominación visuoverbal.
11. Denominación verboverbal.
12. Evocación categorial en asociaciones.
13. Comprensión verbal.
14. Lectura verbalización
15. Comprensión lectora
16. Mecánica de la escritura.
17. Dictado.
18. Escritura espontánea.
19. Gesto simbólico.

20. Mímica de uso de objetos.
21. Uso secuencial de objetos.
22. Imitación de posturas.
23. Secuencias de posturas.
24. Praxis constructiva gráfica.
25. Atención visuográfica

### **1.7 TEST DE LA CLÍNICA DE MAYO**

El Test de la Clínica Mayo es una herramienta rápida que le permite al psicólogo medir cuantitativamente las funciones mentales del paciente: orientación, aprendizaje, atención, cálculos matemáticos, abstracción, información, construcción, recordar. Los parámetros de calificación son los siguientes [32]:

- Normal: 38-28 puntos.
- Deterioro Cognitivo Leve: 27-25 puntos.
- Deterioro Cognitivo Moderado: 24-20 puntos.
- Deterioro Cognitivo Grave: <19 puntos.

Para su valoración cognitiva se presentan las siguientes instrucciones [32]:

- Esta valoración conjuntamente con su historia clínica, es el elemento que se aproxima más al adulto mayor y permite conocer su personalidad, intelecto y sus emociones, para poder así elaborar un plan de trabajo individual.
- Se valora los procesos mentales superiores, memoria, pensamiento, lenguaje, cálculo, etc. Así como la orientación tiempo y espacio.
- Por cada respuesta correcta se obtiene un punto.
- El puntaje máximo es de 38 puntos.
- Se da un puntaje total a respuestas correctas o muy aproximadas.

- Un puntaje menor a 25 sugiere un síndrome orgánico. Es importante recordar el nivel de educación básico para todas las pruebas y exámenes.

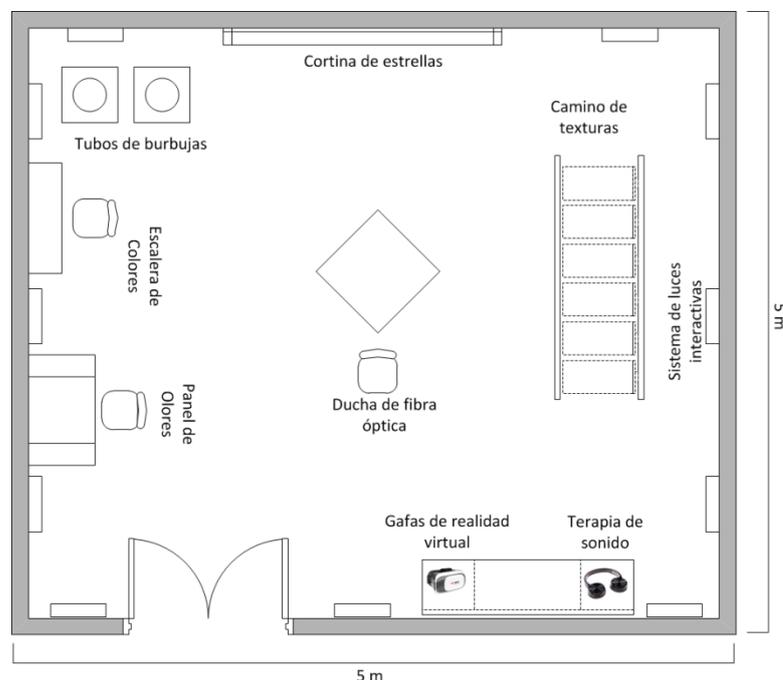
## CAPÍTULO 2:

# 2 MARCO METODOLÓGICO

### 2.1 DISEÑO FUNCIONAL Y DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA SALA MULTISENSORIAL

#### La Sala Multisensorial

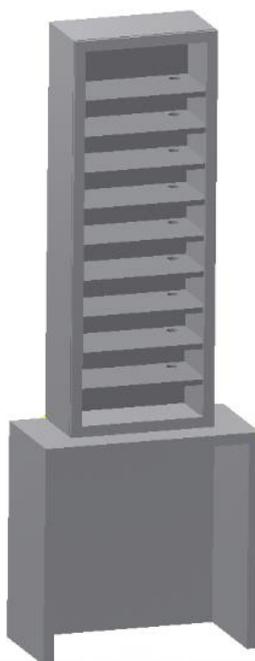
Para la implementación de este proyecto se utilizó un aula que está ubicada en el del Centro Gerontológico Hogar Miguel León de la ciudad de Cuenca, con dimensiones de 5 x 5 metros en la cual se distribuyen los diferentes elementos de estimulación sensorial. En este caso se decidió implementar una sala negra, con las paredes blancas para permitir la reflexión de luz con las luces led RGB que se utilizó para la ambientación. Entre los elementos de estimulación se encuentran: escalera de colores, panel de olores, tubos de burbujas, ducha de fibra óptica, cortina de estrellas, caminador de texturas, gafas de realidad virtual y el sistema de ambientación. La ubicación de cada elemento se visualiza en la Figura 10.



**Figura 10: Distribución de los elementos en la sala**

### **2.1.1 ESCALERA DE COLORES**

El objetivo de este elemento es convertir la voz en imágenes. Se busca estimular la visión, el control de la respiración, así como trabajar la relación causa y efecto. Los terapeutas animan a los pacientes a realizar vocalizaciones y controlar el volumen de su voz, reflejándose esta con los efectos visuales [28]. En la Figura 11 se presenta el diseño de la escalera de colores utilizado en este proyecto.

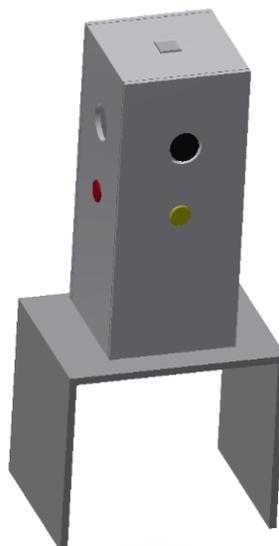


**Figura 11: Escalera de Colores**

Para la construcción de este elemento se diseñó una estructura de madera dividida en 10 compartimentos. La base se diseñó con un compartimento para los pies, de manera que los adultos mayores logren acercarse sin ninguna dificultad. Se usaron luces led de diferentes colores en cada compartimiento. Las mismas estaban comandadas por un módulo Arduino. Cuenta con un micrófono y un parlante para reproducir la voz del adulto mayor.

### **2.1.2 PANEL DE OLORES**

El objetivo de este elemento es estimular las emociones y recuerdos de las personas mediante los recuerdos que generan las sensaciones olfativas. Las personas asocian lugares, situaciones u otras personas a los olores generados mediante el panel. Ayuda a reforzar la atención y nivel de alerta, seguimiento, memoria y conductas anticipatorias [28]. En la Figura 12 se presenta el diseño del panel de olores utilizado en este proyecto.



**Figura 12: Panel de Olores**

Este elemento se diseñó en forma de un cubo, de manera que en los cuatro lados contenga un pulsante, un ventilador, una luz led, y un espacio en donde se pueda colocar imágenes indicadoras. El panel puede girar libremente de manera que el adulto mayor no tendrá que moverse para percibir los diferentes olores. En el interior se encuentran colocadas 4 cajas de acrílico que contienen un envase el cual sirve para colocar agua y cualquier tipo de esencia según las preferencias del terapeuta.

Para generar el vapor se usó un humidificador ultrasónico el cual genera vapor frío, luego un ventilador lo absorbe y expulsa para que los adultos mayores puedan percibirlo. El terapeuta es el encargado de ayudar a estimular los recuerdos de los adultos mayores mediante historias o palabras.

### **2.1.3 TUBO DE BURBUJAS**

Representa uno de los principales elementos de una sala Snoezelen por su fuerte estímulo visual, además genera estimulación auditiva y vibratoria debido al motor y movimiento del agua al generar burbujas. Se puede estimular diferentes aspectos como: fijación y seguimiento, secuencias de colores, atención, anticipación, memoria [28]. Ver Figura 13 se presenta el diseño del tubo de burbujas utilizado en este proyecto.



**Figura 13: Tubo de burbujas**

Para este elemento se realizó la importación de los tubos de acrílico, ya que en el Ecuador no se fabrica ningún elemento de acrílico con esta forma de manera industrial. Se diseñó una base que se ajusta al tamaño del tubo. Se utilizó válvulas para la entrada y salida de agua para facilitar su intercambio debido al tamaño de los tubos. El cambio de color de los tubos se realizó mediante luces LED's RGB controlados mediante un módulo Arduino.

El tubo cuenta con una botonera, ver Figura 14, que contiene cuatro botones con los cuales el adulto mayor tiene la capacidad de elegir el color que desea, se puede escoger entre: rojo, verde, azul y un cuarto botón que genera el cambio automático de colores.



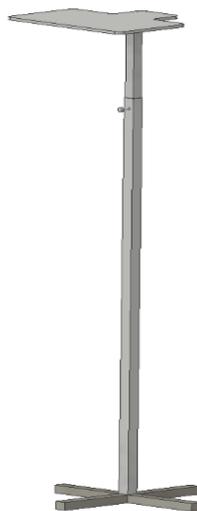
**Figura 14: Mando del tubo de burbujas**

#### **2.1.4 DUCHA DE FIBRA ÓPTICA**

Esta representa uno de los elementos favoritos de cualquier sala multisensorial, sus cambios de colores y brillo representa un fuerte estímulo visual. Los adultos mayores realizan ejercicios de seguimiento, estimulación táctil, motricidad fina y

gruesa al ponerla y quitarla del cuerpo. Sus cambios de colores ayudan con ejercicios de atención y memoria [28].

La ducha de fibra óptica está diseñada de manera que el adulto mayor pueda sentarse o acercarse en su silla de ruedas, se coloque debajo del tablero y la fibra óptica caiga directamente sobre él. Como base se utilizó una estructura de hierro blanco, de manera que se asemeje lo mejor posible a una ducha real, se usó un tablero blanco en la cabecera que sostenía toda la fibra, contiene múltiples agujeros por los cuales se traspasó la fibra óptica dando la sensación de una ducha. En la Figura 15 se presenta el diseño de la estructura para la ducha de fibra óptica utilizado en este proyecto.



**Figura 15: Estructura de la ducha de fibra**

La fibra óptica tiene un control que permite cambiar entre las diferentes modalidades de presentación como: cambio de color automático, cambio de color manual, parpadeo a través de toda la fibra, distintas velocidades de cambio de color y parpadeo.

### **2.1.5 CORTINA DE ESTRELLAS**

La base de este elemento fue un tablero de madera. Para lograr una agradable sensación al momento de realizar contacto con la misma se acolchonó y se forró con una tela especial que estimule el sentido del tacto de los adultos mayores. Se utilizó fibra óptica distribuida aleatoriamente por toda la superficie del tablero. Esta tiene la propiedad de lograr diferentes combinaciones de colores y distintos modos de presentación.

La idea con la cortina de estrellas es estimular la atención y el enfoque de los adultos mayores que al realizar actividades como tocarla, observar y manipularla logra un estímulo visual y táctil.

## **2.2 DISEÑO ELECTRÓNICO DE LOS ELEMENTOS DE LA SALA MULTISENSORIAL**

Para cada elemento se diseñó tarjetas electrónicas independientes de acuerdo al funcionamiento que se requería. A continuación, se hará una breve descripción de los principales elementos electrónicos usados en las tarjetas electrónicas y otros elementos usados para la construcción de los equipos.

### **Botones en forma de domo con iluminación LED**

Estos botones fueron utilizados en algunos de los elementos del proyecto, debido a su tamaño y luminosidad brinda una mayor facilidad para que el adulto mayor pueda presionarlos. Ver Figura 16.

Características Principales [33]:

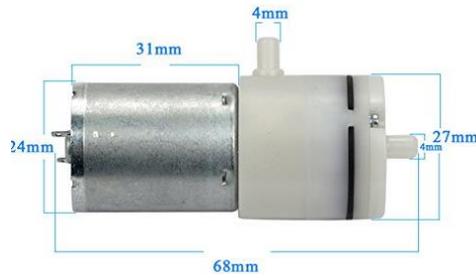
- Luz indicadora led funciona con 12 V.
- Fácil montaje y desmontaje
- Microinterruptor que puede ser reemplazado fácilmente.
- Tapa de lente de policarbonato para claridad óptica.
- Dimensiones: 100 mm de diámetro y 70 mm de altura.
- Peso: 100 gr.



**Figura 16: Botones en forma de domo [34]**

### **Micro Bomba de Aire Eléctrica**

Utilizada para generar las burbujas por medio de un pequeño motor eléctrico. Ver Figura 17.



**Figura 17: Generador de burbujas eléctrico [35].**

Características principales [35]:

- Voltaje de funcionamiento: 12 V.
- Corriente nominal: 350 mA
- Peso: 15 x 5 x 10 cm

### **Conector de 6 Pines**

El conector utiliza 6 conexiones soldables para facilitar el cableado. Está dividido en dos partes: el conector hembra, que puede ser instalado sobre una superficie plana para que se mantenga fijo y el conector macho, que puede ser soldado a los cables para su conexión por un agujero de 15,5 mm con la ayuda de una arandela de seguridad y una tuerca [36]. Se utilizaron para la comunicación entre las botoneras y los tubos de burbujas. Ver Figura 18.



**Figura 18: Conector de 6 pines [36].**

### **Tubo de Acrílico**

Fue utilizado para la construcción del tubo de burbujas, gracias a sus características y propiedades se pudo conseguir la seguridad necesaria para poder almacenar varios litros de agua en su interior, sin preocuparse de fugas que puedan dañar al circuito electrónico del elemento. Ver Figura 19.

Características [37]:

- Material: Acrílico de 4 mm de espesor.
- Color: Claro
- Totalmente rígido.
- Estabilización UV

- Temperatura máxima: 180 °F
- Diámetro exterior: 15 cm



**Figura 19: Tubo de acrílico [37].**

### Mini válvulas antirretorno

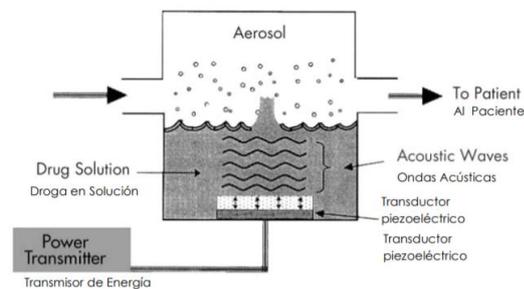
Usadas en uno de los extremos del tubo de aire para impedir que el agua llegue al motor generador de aire. Son plásticos y de apenas 4 cm de tamaño. Ver Figura 20.



**Figura 20: Mini válvulas antirretorno [38].**

### Nebulizador ultrasónico

El nebulizador ultrasónico convierte energía eléctrica en ondas ultrasónicas de la alta frecuencia haciendo que el transductor vibre a la misma frecuencia de las ondas aplicadas sobre este. Este método se utiliza para dividir un líquido y convertirlo en partículas más pequeñas que puedan ser inhaladas por las personas [39]. En Figura 21 se puede ver los componentes de este tipo de nebulizador.



**Figura 21: Componentes de un nebulizador ultrasónico [40]**

El nebulizador comercial que usamos para la construcción del panel de olores lo conseguimos en la tienda virtual Amazon, se puede ver en la Figura 22. Las principales características son [41]:

- Frecuencia de trabajo: 1700 Khz ( $\pm 50$ )
- Voltaje de alimentación de 12 V
- Corriente nominal: 1 A
- Dimensiones: 1.73" x 0.79"



**Figura 22: Nebulizador ultrasónico [41]**

### **TIP 120**

Dispositivo diseñado que opera como un amplificador de propósito general y como un conmutador de baja velocidad [42]. Utilizado para controlar el encendido y apagado de algunos elementos electrónicos.

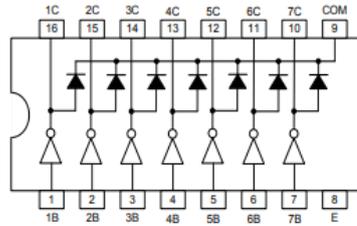
Características [42]:

- Transistor Darlington NPN de propósito general
- Corriente de colector máxima: 5 A
- Corriente de base máxima: 0.12 A
- Encapsulado: TO-220

### **ULN2003**

Es un integrado compuesto por 7 drivers idénticos e independientes entre sí, con el podemos comandar: tiras de leds, pequeños motores DC, motores paso a paso, relés, etc. En su interior, cada driver está constituido por dos transistores que forman una configuración Darlington, así obteniéndose una ganancia alta a la salida [43].

El diodo conectado a la salida sirve para eliminar la extra tensión de apertura cuando usamos cargar inductivas como relés. El Pin 9 del integrado debe ir conectado al positivo de las cargas para que este diodo trabaje [44]. Ver Figura 23.



**Figura 23: Diagrama de bloques UL2003 [43]**

Datos técnicos:

- Voltaje colector emisor máximo ( $V_{CEmax}$ ) = 50 V
- Corriente Máxima por canal ( $I_{max}$ ) = 500 mA
- Voltaje colector emisor de saturación ( $V_{CEsat}$ ) = 1 V – 1,3 V
- Voltaje de entrada en conducción ( $V_{IN}$ ) = 1,7 V – 2,2 V
- Corriente máxima de entrada ( $I_{IN}$ ) = 0,93 mA – 1,35 mA

Si se requiere mayor corriente de salida, podemos conectar más de un canal en paralelo.

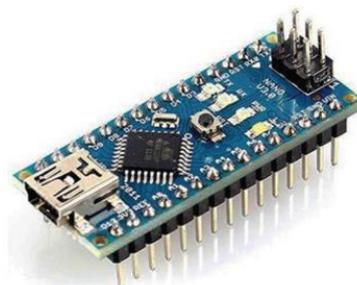
### **Iluminación LED por fibra óptica**

Mediante la combinación de un emisor led y la fibra óptica, se logran efectos espectaculares y tienen muchas aplicaciones en las salas multisensoriales. El sistema consta de un generador de luz que se conecta a la fibra óptica. La luz se propaga a lo largo de toda la fibra, se puede controlar la intensidad y el color que se quiere mostrar.

Para la implementación de la ducha de fibra óptica y cortina de estrellas se compró e importó 2 kits completos de iluminación led por fibra óptica de la marca CHINLY y se adecuó a las necesidades requeridas del proyecto [45].

### **Arduino Nano**

Es una placa basada en el integrado ATmega328. No posee conector de alimentación externa, pero puede ser alimentado con una fuente de 6 – 20 V desde el pin 30, o con una fuente externa regulada de 5 V en el pin 27. Tiene 14 pines digitales 6 de ellos PWM. Tiene 8 entradas analógicas. La corriente máxima de entrada y salida es de 40 mA. Sus dimensiones son 18.5 mm x 43.2 mm [46]. Ver Figura 24.



**Figura 24: Arduino nano [46].**

## 2.2.1 DISEÑO ELECTRÓNICA DE LA ESCALERA DE COLORES

Para la construcción de la escalera de colores utilizamos algunas etapas electrónicas que se describen a continuación:

### Fuente simétrica

Para la alimentación de los diferentes elementos que se fabricaron se utilizaron fuentes de diferentes valores. Se utilizó los reguladores de voltaje LM7812 y LM7912 para obtener un voltaje de  $\pm 12V$  conjuntamente con capacitores para filtrar el ruido de la fuente. En la Figura 25 se muestra la simulación de la fuente usada.

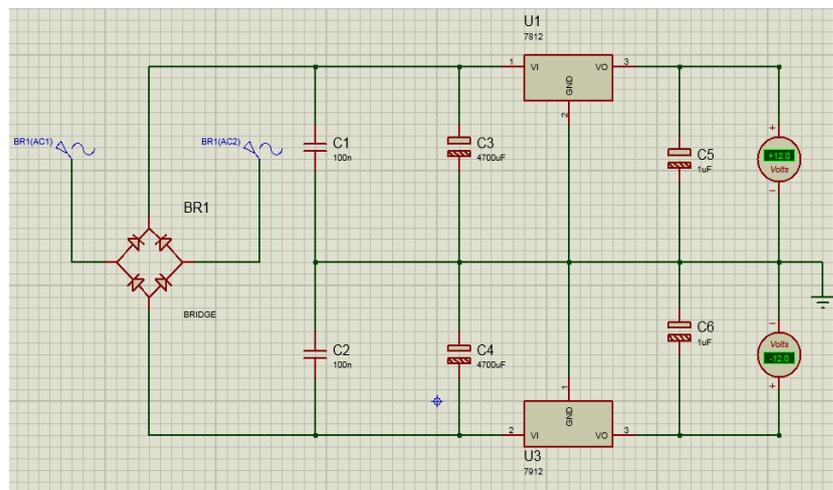


Figura 25: Esquemático de la fuente simétrica

### Preamplificador para micrófono

La señal que nos entrega un micrófono convencional es muy débil y es necesario amplificarla para que esta pueda ser reconocida por un amplificador. Por lo tanto, se va a utilizar un preamplificador como el que se muestra en la simulación que se muestra en la Figura 26.

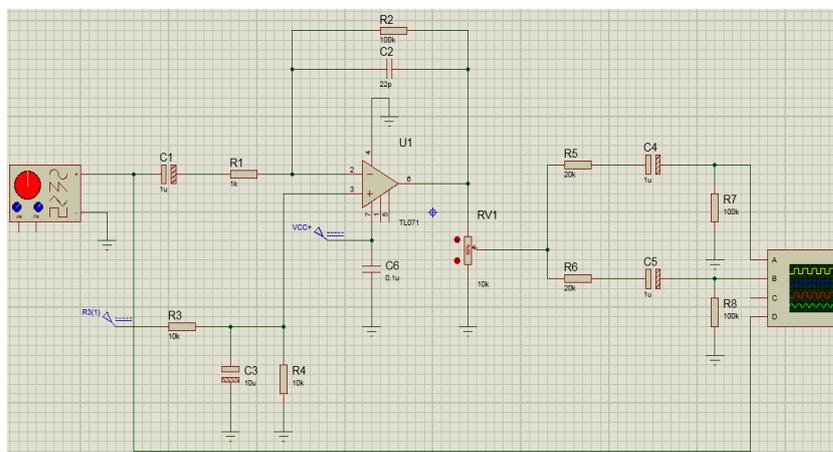
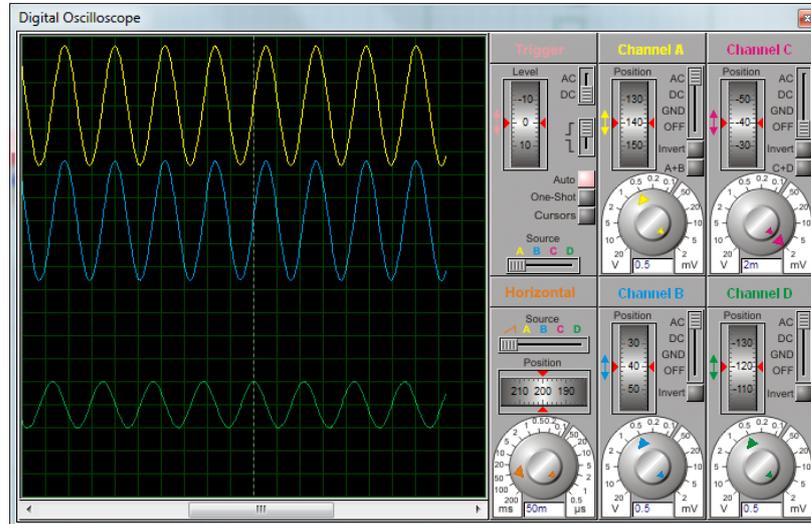


Figura 26: Esquemático del preamplificador

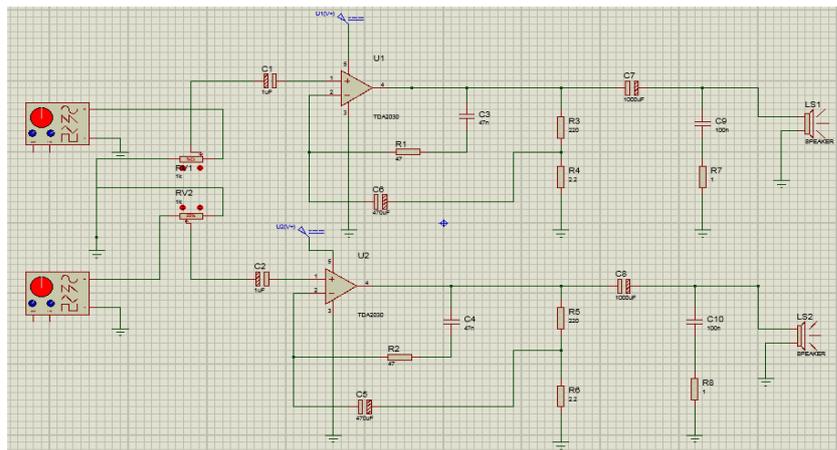
En la Figura 27, se muestra la simulación en donde la señal del canal D (verde) es el voltaje de entrada y las señales amplificadas de los canales A y B (Amarilla y Azul) son los voltajes de salida, L (canal izquierdo) y R (canal derecho) respectivamente.



**Figura 27: Simulación del preamplificador**

### Amplificador

Para la etapa de amplificación se diseñó un amplificador de 20 W para lo cual se utilizó dos TDA 2003, que generan una potencia de salida de 10 W cada uno. El amplificador entrega dos canales de salida de audio, R (canal derecho) y L (canal izquierdo). Figura 28.

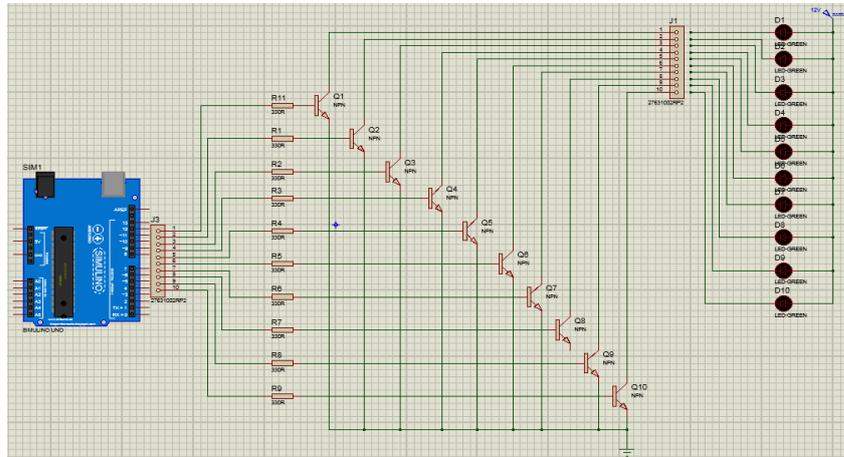


**Figura 28: Esquemático del amplificador**

### Control de luces

Para el control de las luces se usará un esquema como se muestra a continuación. Se usará un Arduino con el cual se dará el efecto de vómetro a las luces

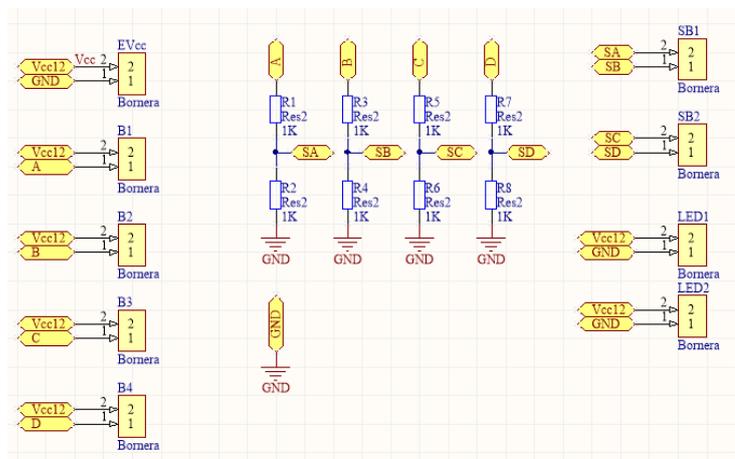
que son alimentadas con 12V y para las cuales se necesita un transistor para activar a cada una. Ver Figura 29.



**Figura 29: Esquemático del circuito de luces**

### 2.2.2 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL PANEL DE OLORES

El diseño electrónico del panel de olores está dividido en dos placas PCB. La primera placa PCB (Se muestra en la Figura 30) está diseñada para que uno de los cuatro botones, al ser accionado transmita la orden de inicio al Arduino Nano y sea activada la segunda placa PCB. Por medio de un partidor de tensión, se asegura que la señal recibida por el Arduino Nano sea de un voltaje adecuado, debido a que los botones trabajan con un voltaje de 12 V. La segunda placa PCB (Ver Figura 31) es un circuito de control que activan y desactivan los ventiladores y humidificadores según la orden que reciban del Arduino Nano. Los ventiladores son activados por medio del ULN2003 y los humidificadores son activados por un transistor de potencia.



**Figura 30: Esquemático del circuito de las botoneras**

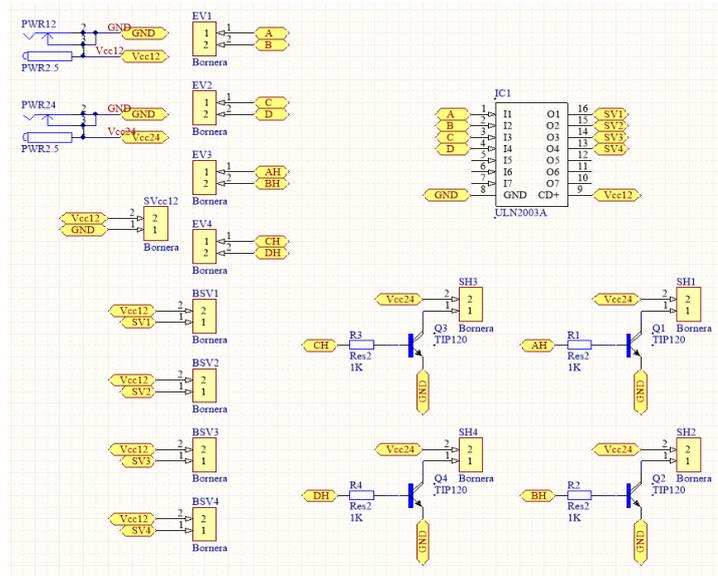


Figura 31: Esquemático del circuito para el panel de olores

### 2.2.3 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL TUBO DE BURBUJAS

El diseño electrónico del tubo de burbujas está dividido en dos placas PCB. La primera placa PCB (Ver Figura 32) está conformada por los cuatro botones, En el momento que uno de ellos es accionado, se envía la señal para el Arduino Nano. Por medio de un partidor de tensión, se asegura que la señal enviada sea de un voltaje adecuado, esto debido a que los botones trabajan con un voltaje de 12 V. La segunda placa PCB (Ver Figura 33) recibe la señal enviada desde el Arduino y controla el funcionamiento de una mini bomba de aire que permite generar las burbujas en el agua y también de las luces RGB que cambian de color según el color del botón que se presione.

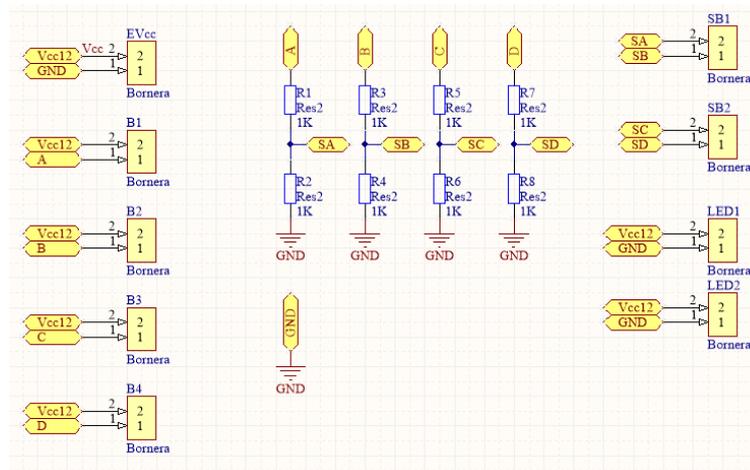


Figura 32: Esquemático de la botonera del tubo de burbujas

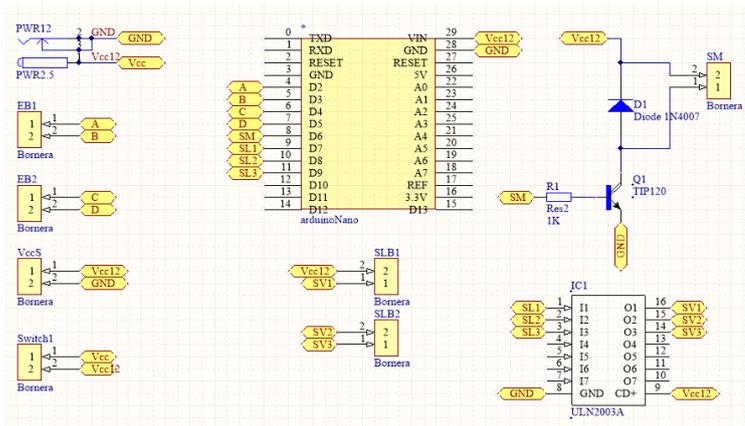


Figura 33: Esquemático del circuito para el tubo de burbujas

## 2.3 DISEÑO DE SOFTWARE DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

### 2.3.1 PROPÓSITO

Elaborar un software para el control y evaluación con el fin de medir las funciones cognitivas, funcionales y sensoriales de los adultos mayores. Se registrará la información en una base de datos para posteriormente analizarlas y realizar un control de las mismas. Esto con el fin de conocer el progreso que tengan los adultos mayores en un periodo determinado por el terapeuta utilizando la sala multisensorial.

### 2.3.2 VISIÓN GENERAL DEL SOFTWARE

El software desarrollado está constituido de 4 opciones para que el usuario pueda interactuar fácilmente con el mismo:

**Módulo de la ficha de seguimiento:** En esta ventana se crea la ficha de seguimiento que permite guardar los avances en nivel cognitivo, funcional y sensorial, así como la orientación temporal, los mismos están valorados mediante un rango de 1 a 5 siendo 5 el valor en donde el paciente se encuentra bien. Tiene las opciones de guardar, actualizar, y ver la tabla de datos.

**Tabla Ficha:** Nos permite ver los datos guardados en forma de una tabla, tiene las opciones de modificar, eliminar y consultar cualquier dato de una ficha guardada. En la barra de Menú tiene la opción de eliminar toda la tabla, luego de confirmar un cuadro de diálogo.

**Módulo Paciente:** Este módulo contiene todas las opciones para crear un nuevo paciente, tiene las opciones de guardar y actualizar un paciente de la base de

datos, además en la barra de menú tiene la opción de mostrar la tabla con toda la información del alumno.

**Tabla Paciente:** Nos permite ver los datos de los pacientes en forma de tabla, se encuentran las opciones de modificar, eliminar y consultar cualquier dato de los pacientes guardados.

También tenemos la opción de mostrar la información de forma más ordenada en otra ventana, esta opción se encuentra en un menú desplegable.

**Módulo Terapeuta:** En esta ventana tenemos la opción de agregar un nuevo terapeuta a la base de datos, tiene las opciones de guardar y actualizar datos, en la barra de menú tenemos la opción de mostrar la tabla en donde se encuentra toda la información de los terapeutas.

**Tablas terapeutas:** En esta tabla encontramos toda la información de los terapeutas, tiene las opciones de modificar, eliminar y consultar cualquier dato de los pacientes guardados. Tiene la opción de mostrar la información en forma más ordenada en una ventana diferente.

**Módulo Reporte:** Este módulo nos permite generar un reporte general de cualquier paciente en el rango de tiempo que escoja el terapeuta. Tiene las opciones de mostrar una gráfica de barras de los avances en cualquier función: cognitiva, funcional y sensorial. Nos muestra un promedio de cada función de acuerdo al rango de tiempo escogido. El informe generado se muestra en un formato PDF en donde se muestra una tabla con los datos escogidos por el terapeuta según el rango de tiempo buscado, además las tres gráficas de barras de las funciones y los promedios de cada función, así como cualquier observación hecha por el terapeuta.

### 2.3.3 DISEÑO FUNCIONAL DE LA APLICACIÓN

**Módulo para la ficha de seguimiento:** Se tiene las siguientes opciones para la ficha de seguimiento.

<b>Crear ficha de Seguimiento</b>	
Descripción	Permite crear una nueva ficha y almacenarla en una base de datos
Entradas	Ficha de seguimiento Técnico Auxiliar

	<p>Fecha</p> <p>Adulto Mayor</p> <p>Estado</p> <p>Fase</p> <p>Actividades</p> <p>Orientación temporal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Día</li> <li>• Mes</li> <li>• Año</li> <li>• Hora</li> </ul> <p>Funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cognitiva</li> <li>• Funcional</li> <li>• Sensorial</li> </ul>
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se crea una nueva ficha</li> <li>2. Se ingresa la información</li> <li>3. Se guarda la plantilla</li> </ol>

**Tabla 3: Diseño funcional para crear la ficha de seguimiento**

<b>Modificar la ficha de seguimiento</b>	
Descripción	Permite modificar una ficha ya creada
Entradas	<p>Ficha de seguimiento</p> <p>Técnico</p> <p>Auxiliar</p> <p>Fecha</p> <p>Adulto Mayor</p> <p>Estado</p> <p>Fase</p> <p>Actividades</p> <p>Orientación temporal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Día</li> <li>• Mes</li> <li>• Año</li> <li>• Hora</li> </ul> <p>Funciones:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cognitiva</li> <li>• Funcional</li> </ul>
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se selecciona una ficha de la tabla</li> <li>2. Se modifica la ficha seleccionada</li> <li>3. Se actualiza la ficha</li> </ol>

**Tabla 4: Diseño funcional para modificar la ficha de seguimiento**

<b>Eliminar la ficha de seguimiento</b>	
Descripción	Permite eliminar una ficha ya creada
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se selecciona una ficha de la tabla</li> <li>2. Se selecciona eliminar</li> <li>3. Se elimina la ficha seleccionada</li> </ol>

**Tabla 5: Diseño funcional para eliminar la ficha de seguimiento**

<b>Consultar la ficha de seguimiento</b>	
Descripción	Permite consultar una ficha ya creada
Entradas	Nombre del adulto mayor
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se ingresa el nombre del adulto mayor</li> <li>2. Se muestra la información del adulto mayor consultado</li> </ol>

**Tabla 6: Diseño funcional para consultar la ficha de seguimiento**

### **Módulo para crear la ficha del paciente**

<b>Crear ficha del paciente</b>	
Descripción	Permite ingresar un nuevo paciente y guardarlo en la base de datos
Entradas	<p>Código del paciente</p> <p>Nombre</p> <p>Edad</p>

	<p>Fecha de nacimiento</p> <p>Fecha de Ingreso</p> <p>Cédula</p> <p>Estado civil</p> <p>Teléfono</p> <p>Tipo de institución</p> <p>Representante</p> <p>Diagnóstico Médico</p> <p>Diagnóstico Cognitivo</p> <p>Observación</p> <p>Imagen</p>
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se crea un nuevo paciente</li> <li>2. Se ingresa la información</li> <li>3. Se guarda en la base de datos</li> </ol>

**Tabla 7: Diseño funcional para crear la ficha del paciente**

<b>Modificar la ficha del paciente</b>	
Descripción	Permite modificar un paciente ya creado
Entradas	<p>Código del paciente</p> <p>Nombre</p> <p>Edad</p> <p>Fecha de nacimiento</p> <p>Fecha de Ingreso</p> <p>Cédula</p>

	Estado civil Teléfono Tipo de institución Representante Diagnóstico Médico Diagnóstico Cognitivo Observación Imagen
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se selecciona un paciente de la tabla</li> <li>2. Se modifica el paciente seleccionado</li> <li>3. Se actualiza el paciente</li> </ol>

**Tabla 8: Diseño funcional para modificar la ficha del paciente**

<b>Eliminar la ficha del paciente</b>	
Descripción	Permite eliminar un paciente ya creado
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se selecciona un paciente de la tabla</li> <li>2. Se selecciona eliminar</li> <li>3. Se elimina el paciente seleccionado</li> </ol>

**Tabla 9: Diseño funcional para eliminar la ficha del paciente**

<b>Consultar la ficha del paciente</b>	
Descripción	Permite consultar un paciente ya creado
Entradas	Nombre del adulto mayor
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se ingresa el nombre del adulto mayor</li> <li>2. Se muestra la información del adulto mayor consultado</li> </ol>

**Tabla 10: Diseño funcional para consultar la ficha del paciente**

### **Módulo para crear la ficha del terapeuta**

#### **Crear la ficha del terapeuta**

Descripción	Permite crear un nuevo terapeuta y guardarlo en la base de datos.
Entradas	ID Nombre Cargo Descripción Imagen
Proceso	1. Se crea una nueva terapeuta 2. Se ingresa la información 3. Se guarda la plantilla

**Tabla 11: Diseño funcional para crear la ficha del terapeuta**

<b>Modificar la ficha del terapeuta</b>	
Descripción	Permite modificar un terapeuta ya creado
Entradas	ID, Nombre, Cargo, Descripción, Imagen
Proceso	1. Se selecciona un terapeuta de la tabla 2. Se modifica el terapeuta seleccionado 3. Se actualiza el terapeuta

**Tabla 12: Diseño funcional para modificar la ficha del terapeuta**

<b>Eliminar terapeuta</b>	
Descripción	Permite eliminar un terapeuta ya creado
Proceso	1. Se selecciona un terapeuta de la tabla 2. Se selecciona eliminar 3. Se elimina el terapeuta seleccionado

**Tabla 13: Diseño funcional para eliminar la ficha del terapeuta**

<b>Buscar terapeuta</b>	
Descripción	Permite buscar información de un terapeuta ya creado

Entradas	Nombre del terapeuta
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se ingresa el nombre del terapeuta</li> <li>2. Se muestra la información del terapeuta buscado</li> </ol>

**Tabla 14: Diseño funcional para consultar la ficha del terapeuta**

### **Módulo para crear el reporte de actividades**

<b>Crear el reporte de actividades.</b>	
Descripción	Permite crear un reporte, muestra gráficas estadísticas y permite imprimir en formato PDF.
Entradas	Paciente  Fecha inicial  Fecha final  Observaciones
Proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se busca el paciente</li> <li>2. Se ingresa una fecha inicial</li> <li>3. Se ingresa una fecha final</li> <li>4. Se buscan los datos según los datos ingresados</li> <li>5. Se ingresan las observaciones</li> <li>6. Se calculan los porcentajes</li> <li>7. Se genera el informe</li> </ol>

**Tabla 15: Diseño funcional para crear el reporte de actividades**

#### **2.3.4 BASE DE DATOS**

Es una colección de datos clasificados y estructurados que son guardados en uno o varios ficheros, pero referenciados como si de un único fichero se tratara. Entre los administradores de bases de datos tenemos a Access, SQL Server, Oracle y DB2 [47].

Uno de los más usados y que es de distribución libre es MySQL que es el gestor que se usó para nuestro trabajo.

**MySQL:** Es un gestor de base de datos de libre distribución, con licencia pública GNU [47].

**MySQL Administrator:** Es un programa que se encarga de la administración, es decir de la configuración del servidor MySQL, supervisión del estado y rendimiento, gestión de usuarios y conexiones, copias de seguridad y otras tareas administrativas [47].

Las tablas creadas para nuestra base de datos con el tipo de dato y la descripción de cada campo, como se pueden observar desde la Tabla 16 a la 18.

<b>Nombre de la tabla</b>		
datosficha		
<b>Descripción</b>		
Contiene los datos de la ficha de seguimiento		
<b>Campos</b>	<b>Tipo de dato</b>	<b>Descripción</b>
Id	Integer	Clave primaria de la ficha
Responsable	Varchar(45)	Responsable de la terapia
Auxiliar	Varchar(45)	Auxiliar de la terapia
Fecha	Varchar(45)	Fecha en la que se realiza la terapia
Adulto	Varchar(45)	Nombre del adulto mayor
Estado	Varchar(45)	Dependiente, semidependiente, autovalente
Fase	Varchar(45)	Fortalecimiento, Mantenimiento, Deterioro
Día	Varchar(45)	Orientación temporal del día
Mes	Varchar(45)	Orientación temporal del mes
Año	Varchar(45)	Orientación temporal del año
Hora	Varchar(45)	Orientación temporal de la hora
Desactividad	Varchar(45)	Descripción de la actividad
Cognitiva	Varchar(45)	
Valorcognitiva	Varchar(45)	
Funcional	Varchar(45)	
Valorfuncional	Varchar(45)	
Sensorial	Varchar(45)	

Valorsensorial	Varchar(45)
----------------	-------------

**Tabla 16: Diccionario de datos de la ficha de seguimiento**

Nombre de la tabla		
datospacientes		
Descripción		
Contiene los datos de los pacientes		
Campos	Tipo de dato	Descripción
Id	Integer	Clave primaria de la tabla pacientes
Codigopaciente	Varchar(45)	Código del paciente usado por terapeutas
Nombre	Varchar(45)	Nombre del paciente
Edad	Integer	Edad del paciente
Fechanacimiento	Varchar(45)	Fecha de nacimiento
Fechaingreso	Varchar(45)	Fecha en que ingresó
Cédula	Integer	Cédula del paciente
Estadocivil	Varchar(45)	Estado civil del paciente
Teléfono	Integer	Teléfono del paciente
Institución	Varchar(45)	MIES, GAD, Particular
Representante	Varchar(45)	Representante del paciente
DiagnosticoCognitivo	Varchar(45)	Diagnóstico cognitivo
DiagnosticoMedico	Varchar(45)	Diagnóstico médico
Observaciones	Varchar(45)	Observaciones del paciente
Foto	Longblob	Foto del paciente
Ruta	Varchar(45)	Ruta de la foto

**Tabla 17: Diccionario de datos del paciente**

Nombre de la tabla
datos terapeutas

Descripción		
Contiene los datos de los terapeutas		
Campos	Tipo de dato	Descripción
ID	Integer	Clave primaria de la tabla terapeutas
Codigoterapeuta	Varchar(45)	Código del terapeuta usado por terapeutas
Nombre	Varchar(45)	Nombre del terapeuta
Cargo	Varchar(45)	Cargo del terapeuta
Descripción	Varchar(45)	Descripción del terapeuta
Foto	Longblob	Foto del terapeuta
Ruta	Varchar(45)	Ruta de la foto

Tabla 18: Diccionario de datos del terapeuta.

### 2.3.5 INTERFAZ GRÁFICA

Para llegar al diseño de la interfaz gráfica, se fue coordinando con los terapeutas encargados de la UAM, luego de algunas reuniones indicando los prototipos y bocetos de las distintas ventanas se llegó al diseño final.

**Contenedores:** Son elementos gráficos que agrupan a otros elementos gráficos. Todas las aplicaciones cuentan con al menos un contenedor con el cual se inicia la aplicación.

**JFrame:** Se comporta como una ventana principal que tiene propiedades como: tamaño, color, posición entre otras.

**JInternalFrame:** Es una ventana interna, que se puede abrir solo dentro de un JFrame.

**JPanel:** Permite agregar componentes para que se puedan organizar gráficamente de una forma determinada. Puede tener un título.

**JButton:** Es un botón, que convoca a un método en el momento que el usuario da click sobre dicho botón. Son identificados mediante un texto o una imagen.

**JTextField:** Es un cuadro de texto que permite al usuario introducir o visualizar texto.

**JLabel:** Permite visualizar cierta información establecida en la etiqueta.

**JRadioButton:** Permite escoger una sola selección dentro de un conjunto de opciones.

**JComboBox:** Elemento que combina un cuadro de texto con una lista. Permite seleccionar y visualizar solo un resultado de la lista.

**JTable:** Elemento que muestra la información en forma de una tabla. La tabla puede contener varias filas y columnas.

### **Cuadros de diálogo**

**JOptionPane:** Genera diferentes tipos de cuadros de diálogo. De acuerdo al JFrame escogido se muestra el cuadro de diálogo. Reciben diferentes parámetros de acuerdo al tipo de cuadro de mensaje. Pueden ser de: mensaje, confirmación, información y de opciones.

**JFileChooser:** Componente que abre diferentes tipos de cuadros de diálogo para abrir archivos de cualquier tipo. Permite guardar y abrir archivos.

### **Menús**

**JMenuBar:** Proporciona una barra de menú, la cual se comporta como contenedor de menús. Contiene:

- JMenuItem: que proporciona un menú final, el cual puede ejecutar servicios.
- JSeparator: coloca una línea de separación entre menús.

### **Gráficas estadísticas (Chart)**

El componente más conocido para realizar gráficas estadísticas son los conocidos JFreeChart. Permite la creación de diferentes tipos de gráficos basándose en un conjunto de datos proporcionados a través de métodos específicos de componente.

#### **Diagrama de barras**

JFreeChart permite la creación de diagrama de barras o Bart Chart en dos o tres dimensiones. Para crearlo se asigna los datos mediante la clase DefaultCategoryDataSet en el método setValue. Mediante este método se incluye un valor que hará referencia a la elevación de la barra en el eje Y, un texto que indica una categoría y un texto que agrupa diferentes valores de categorías a un elemento que se visualiza en el eje X.

## Implementación del software

El programa está diseñado de manera que se pueda establecer una nómina de terapeutas, usuarios y fichas de seguimiento, lo cual facilita el registro y seguimiento de los avances o dificultades de los adultos mayores.

Se diseñó una interfaz gráfica que se accesible y amigable para los usuarios, con los botones y menús necesarios. En la Figura 34 se muestra la ventana de inicio del programa. El software es usado por el terapeuta o por la persona que está a cargo del adulto mayor.



Figura 34: Interfaz de inicio del programa de seguimiento

## Interfaz de la ficha de Seguimiento del Adulto Mayor

Al momento que se da click en el botón ficha, el programa nos re-direcciona hacia la ventana de la Figura 35.

**Figura 35: Interfaz gráfica de la ficha de seguimiento**

Una vez en esta ventana el terapeuta se encarga de llenar todos los campos de acuerdo a la actividad y adulto mayor que participe en la actividad, se puede observar que la ficha lleva un registro de la orientación temporal, así como de las funciones cognitivas, funcionales y sensoriales tratadas en esa sesión.

Las funciones que cumple esta interfaz son estas (Figura 35):

- Dar información sobre la ficha creada, mediante los datos de: terapeuta encargado, auxiliar del terapeuta, la fecha en que se realizó la terapia y los datos del adulto mayor que participó en la sesión.
- Informar sobre el estado del adulto mayor: Dependiente, Semi-dependiente, Auto Valente.
- Informa sobre la fase en que se encuentra el adulto mayor: Fortalecimiento, Mantenimiento, Deterioro.
- Ofrece información sobre el estado de la orientación temporal sobre el día, mes, año y hora, clasificándolas entre: logra, no logra, con cierta ayuda.

Funciones cognitiva, sensorial y funcional (Figura 35):

- Clasifica la función cognitiva entre: Atención, Memoria, Percepción, Praxias (habilidades motoras adquiridas), Funciones ejecutivas, Cálculo, Reminiscencia, Validación, Musicoterapia, Relajación, Arte

- terapia, Recreativa, Concentración, Razonamiento, Función reguladora música, Función evaluadora música, Función estimulante música, Actividades asistidas con animales, Aplicación de las TICs, Wii terapia
- Clasifica la parte funcional entre: Equilibrio, Marcha, Lateralidad, Tonicidad, Discriminación sensorial, Actividades de verter, Actividades de coger, Actividades de motricidad fina, Actividades de pensar, Cuidado personal, Cuidado del entorno, Actividades de seriación, Actividades de clasificación.
  - Clasifica la función sensorial entre: Estimulación gustativo, Estimulación táctiles, Estimulación vibratorios, Estimulación vestibular, Estimulación visual, Estimulación auditiva.
  - Valora las funciones en una escala del 1 al 5, siendo 5 la mejor calificación.

En la barra de Menú tenemos la opción de Archivo y dentro de esta la opción de Ver tabla. Al presionar sobre esta opción nos aparecerá la ventana que vemos en la Figura 36.

ID	Responsa.	Auxiliar	Fecha	Adulto	Estado	Fase	Día	Mes	Año	Hora	Actividad	Cognitiva	Valor Cog.	Funcional	Valor Func.	Sensorial	Valor Sen.
1	Susana C.	Susana C.	01-abr-20	Pedro Alve.	Dependie	Fortalecim	Logra	No logra	No logra	No logra	Prácticas	Atención	4	Equilibrio	3	Estimulaci	2
2	Fernando	Susana C.	13-abr-20	Maria Andr.	Semidepe	Deterioro	Logra	Con cierta	Con cierta	Con cierta	Cognitivo	Atención	3	Equilibrio	2	Estimulaci	2

**Figura 36: Interfaz gráfica para modificar la ficha de seguimiento**

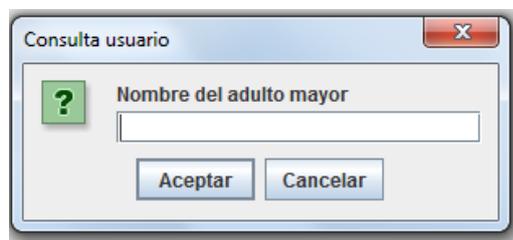
Esta ventana nos muestra una lista de todas las fichas registradas en las sesiones. Tenemos varias opciones para manipular los datos (Figura 37):



**Figura 37: Opciones para modificar las fichas de seguimiento**

**Eliminar:** Nos permite eliminar cualquier ficha seleccionada de la tabla.

**Consultar:** Nos permite buscar las fichas registradas de un adulto mayor en particular. Al presionar sobre el mismo nos aparecerá un mensaje pidiendo que ingresemos el nombre del adulto mayor, como se puede observar en la Figura 38.



**Figura 38: Búsqueda de las fichas de seguimiento**

**Mostrar:** luego de realizar una búsqueda, al presionar este botón podremos observar el listado completo de las fichas registradas.

**Regresar:** regresa a la ventana de registro de una nueva ficha.

**Modificar:** al seleccionar el registro de la tabla y presionamos click derecho del mouse nos aparecerá la opción de Modificar. Ver Figura 39.

ID	Responsa...	Auxiliar	Fecha	Adulto
1	Susana C...	Susana C...	01-abr-20...	Pedro Alve...

**Modificar**

**Figura 39: Modificar las fichas de seguimiento**

Al seleccionarlo se abre la ventana de ingreso de datos (Figura 40), pero con la opción de Actualizar como botón. En este paso se puede modificar cualquier dato que sea necesario.

Figura 40: Interfaz de la ficha modificada

### Interfaz gráfica para el ingreso de los pacientes

El botón **Pacientes** re-direcciona hacia la ventana de la Figura 41.

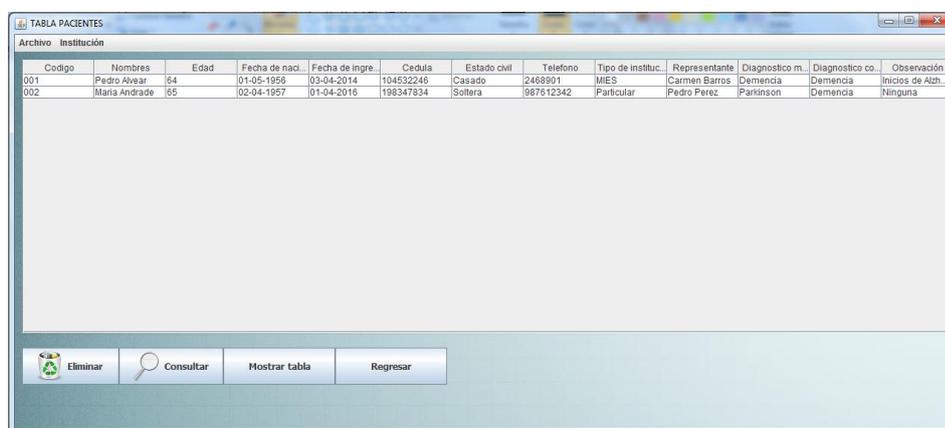
Figura 41: Interfaz gráfica para el ingreso de pacientes

En esta ventana el terapeuta puede registrar un nuevo usuario cada vez que se requiera.

### Funcionalidades

- Proporciona la identificación de cada paciente ya que cada registro tiene un gran número de información sobre los mismos.
- Registra el tipo de institución al que se encuentra suscrito el adulto mayor (MIES, GAD, Particular).
- Proporciona la identificación del paciente mediante una fotografía del mismo.

En la barra de **Menú** tenemos la opción de **Archivo** y en esta la opción de **Mostrar tabla**. Se abrirá una nueva ventana que se muestra en la Figura 42.



Codigo	Nombres	Edad	Fecha de naci.	Fecha de ingre.	Cedula	Estado civil	Telefono	Tipo de instituc.	Representante	Diagnostico m.	Diagnostico co.	Observación
001	Pedro Alvear	64	01-05-1956	03-04-2014	104532246	Casado	2468901	MIES	Carmen Barros	Demencia	Demencia	Inicios de Alzh...
002	Maria Andrade	65	02-04-1957	01-04-2016	198347834	Soltera	987612342	Particular	Pedro Pérez	Parkinson	Demencia	Ninguna

**Figura 42: Interfaz gráfica para modificar las fichas de los pacientes**

En esta tabla que se observa en la Figura 42, está toda la información de cada paciente ingresado. En la parte inferior de la ventana se muestran cuatro botones (Ver Figura 43) que realizan las mismas funciones explicadas anteriormente para la Figura 37 en la ficha de seguimiento.



**Figura 43: Opciones para modificar las fichas de los pacientes**

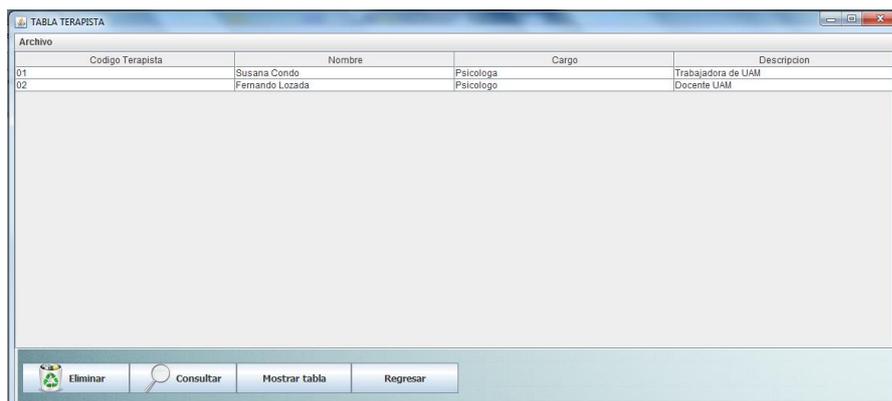
En la ventana de **Tabla pacientes** también encontramos una barra de Menú, y en ella una opción llamada **Institución**, mostrada en la Figura 44.



**Figura 44: Interfaz gráfica para modificar la institución del paciente**

### **Interfaz gráfica para el ingreso de los terapeutas**

En la misma encontramos toda la información de los terapeutas registrados para su mejor visualización. Se muestra en la Figura 45.



**Figura 45: Interfaz gráfica del ingreso de terapeutas**

En la Figura 46 se muestran los botones que realizan las mismas funciones explicadas anteriormente para la Figura 37 en la ficha de seguimiento.

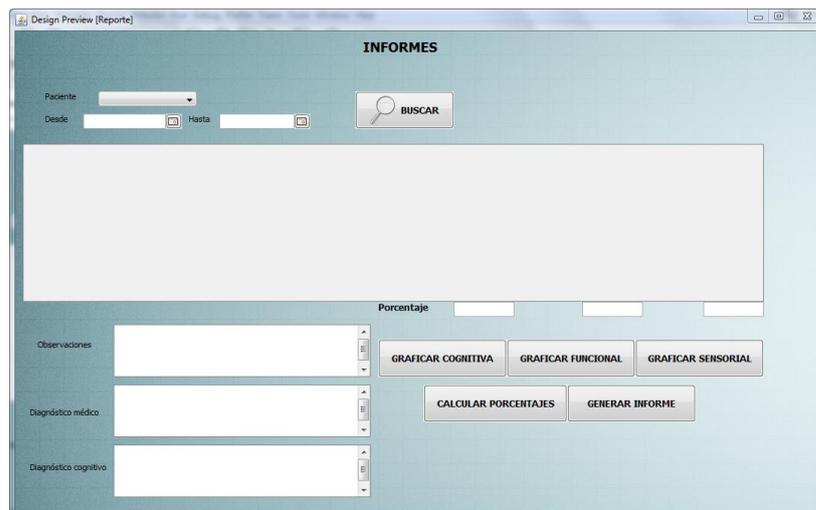


**Figura 46: Opciones para modificar las fichas de los terapeutas**

Realizan las mismas funciones explicadas anteriormente.

### **Interfaz gráfica para los reportes**

Una vez que se presiona el botón Reporte aparecerá la ventana mostrada en la Figura 47:



**Figura 47: Interfaz gráfica la salida de reportes**

Esta ventana permite realizar un reporte gráfico de los progresos de un paciente entre dos fechas determinadas por los terapeutas.

**Funcionalidades:**

- Permite vistas previas de los progresos en las funciones cognitiva, funcional y sensorial.
- Permite calcular un valor promedio de los valores referidos a las funciones cognitiva, funcional y sensorial.
- Permite colocar observaciones acerca de los progresos de los adultos mayores.
- Puede generar un documento PDF con todos los datos, gráficos y promedios del adulto mayor que este siendo tratado.

## **CAPÍTULO 3:**

# **3 IMPLEMENTACIÓN DE LA SALA MULTISENSORIAL**

En este capítulo se presentan los pasos realizados para la implementación de cada uno de los elementos diseñados dentro de la sala multisensorial. También se presentan los resultados de evaluación en pacientes.

### **3.1 ADECUACIÓN DE LA SALA MULTISENSORIAL**

La implementación de la sala se realizó en conjunto entre los directivos de la Universidad del Adulto Mayor (UAM). La sala implementada cuenta con un espacio de 5 m x 5 m. Dado que la sede de la UAM se encuentra en una casa colonial las paredes están construidas con adobe y debido al uso y la antigüedad se encontraban deterioradas. Por otro lado, las condiciones del piso no eran las apropiadas, estaba construido de madera por lo que las tablas sonaban. Por las características que presentaba el espacio era necesario una adecuación completa.

Las paredes fueron refaccionadas y pintadas de un color claro de acuerdo a las recomendaciones para la construcción de una sala multisensorial negra, esto para que los colores de las luces de ambientación se puedan notar claramente. Parte del proceso de adecuación se ve en la Figura 48, donde se visualiza el estado inicial de las paredes y ventanas. Para el piso se adecuó “piso flotante”, debido a que este guarda el calor y genera menor polvo que el piso de madera, esto buscando salvaguardar la salud de los adultos mayores.

La instalación de toda la parte eléctrica como son tomacorrientes, iluminación, canaletas, fuentes de poder y controlador RGB, se realizó por parte de la Universidad Politécnica Salesiana. Se reemplazaron los tomacorrientes antiguos y se colocó otros adicionales. Todos los cables tanto para los tomacorrientes como para la iluminación fueron distribuidos a través de canaletas.



**Figura 48: Estado inicial de la sala**

Para la ambientación se usaron módulos led RGB. En donde cada módulo constaba de tres luces led RGB unidos. Se construyeron cajas de vidrio deslustrado para las luces de ambientación con un tamaño de 10 cm de alto por 60 de ancho. En cada caja se colocó tres módulos RGB para lograr una mejor iluminación. Considerando el espacio con el que contábamos y buscando una mejor distribución de las luminarias se decidió colocar un total de 12 cajas de vidrio alrededor de toda la habitación, 3 en cada pared. En la Figura 49 se visualiza la instalación de la ambientación de la sala.



**Figura 49: Instalación de la ambientación en la sala**

Para el control de las luces de ambientación había dos opciones: hacerlo mediante el celular creando un programa en Android o mediante un control remoto de luces RGB que existe en el mercado. Se consultó a los terapeutas que método preferían para su utilización y ellos decidieron que el control remoto de luces RGB existente en el mercado era más fácil y rápido de utilizar por lo que se colocó una fuente de 12 V propia para la ambientación y su respectivo control remoto.

## 3.2 CONSTRUCCIÓN DE LOS EQUIPOS PARA LA SALA MULTISENSORIAL

### 3.2.1 ESCALERA DE COLORES

Este elemento se lo construyó de madera pintada de blanco y lacada para obtener un mayor brillo y mejor acabado. De acuerdo al diseño realizado tiene 10 compartimentos de 10 cm cada uno. La base se diseñó con un compartimento para los pies, de manera que los adultos mayores logren acercarse sin ninguna dificultad. Se decidió colocar en la parte alta de la estructura (al costado de los compartimientos) unas aletas de madera de unos 10 cm de ancho, estas con el fin de que los terapeutas puedan colocar señales que indiquen los 10 niveles con los que cuenta la escalera de colores. Al final la estructura de madera tiene las siguientes medidas: 1,70 cm de alto; 0,60 cm de ancho; 0,20 cm de fondo.

Las placas para la parte electrónica se las realizaron con el método de planchado. A continuación, se muestra cada placa construida comenzando con la placa correspondiente a la fuente simétrica de 12 V, se muestra en la Figura 50.

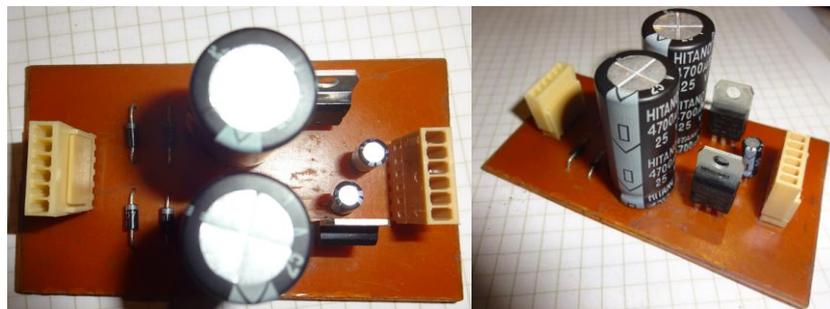


Figura 50: Placa PCB Fuente simétrica

La Figura 51 se muestra la placa correspondiente al amplificador de 20W.

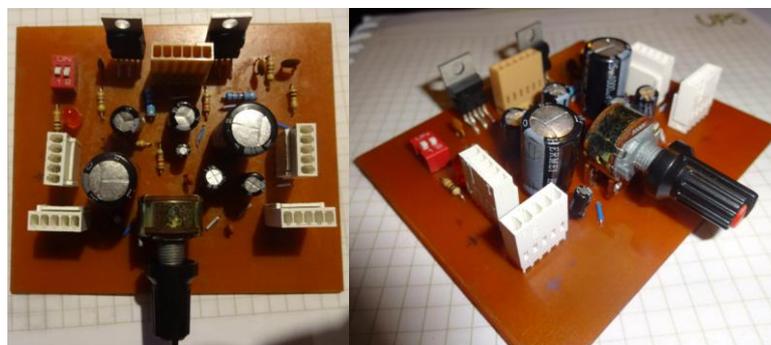


Figura 51: Placa PCB del amplificador

Con las placas realizadas se procedió a colocar el cableado necesario para colocar los circuitos, luces, parlante y fuentes. En Figura 52 se visualiza la instalación del cableado.



**Figura 52: Instalación final en la escalera de colores**

Se colocaron las tres placas fabricadas de acuerdo al siguiente orden: fuente simétrica, pre-amplificador de micrófono, amplificador de 20W, módulo Arduino, circuito de control de luces led.

Para la iluminación se colocaron 3 módulos led en cada compartimiento, procurando que los colores de las luces sigan un orden desde un color blanco en el compartimiento más bajo, hasta un color con tonalidad más fuerte como el rojo en el más alto.

El dispositivo final y funcionando se muestra en la Figura 53.



**Figura 53: Escalera de colores**

### 3.2.2 PANEL DE OLORES

La estructura para el panel de olores se la realizó de madera pintada de blanco y lacada para un mejor terminado. Cuenta con una base de 60 cm por 45 cm la cual cuenta con un compartimento para el adulto mayor pueda acercarse sin ninguna dificultad.

La parte alta de la estructura tiene una forma de cubo con una dimensión de 80 cm de alto por 35 cm de ancho y se la diseño para que gire libremente. En la Figura 54 se muestra la estructura de madera para el panel de olores.

Para la parte interna del panel de olores se decidió realizar cuatro cajas de acrílico, las cuales son las que contienen el ventilador, recipiente para esencias y humidificador. Se las fabricó con una puerta de acrílico de manera que los terapeutas puedan sacar fácilmente los recipientes y colocar cualquier esencia en su interior, además se puede realizar la limpieza respectiva de las mismas. En la Figura 55 se muestra la instalación de las cajas de acrílico.



**Figura 54:** Estructura de madera para el panel de olores



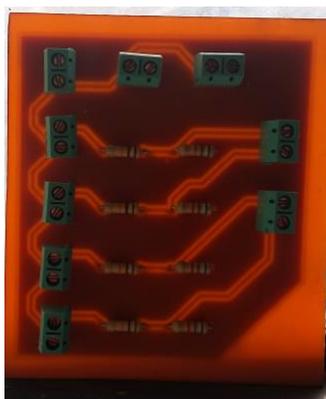
**Figura 55: Instalación de las cajas de acrílico internas**

Una vez colocadas las cajas de acrílico se procedió a realizar el cableado interno de los botones, ventiladores y humidificadores. La estructura cuenta con un compartimento en su parte baja en donde se colocaron los diferentes las placas electrónicas. En la Figura 56 se muestran las instalaciones internas realizadas.



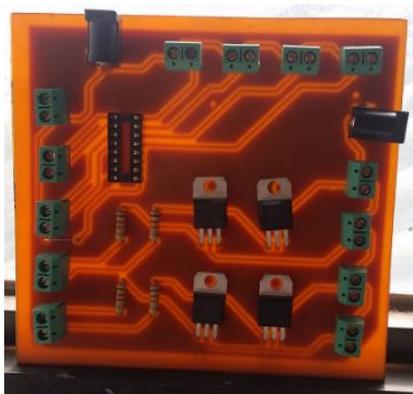
**Figura 56: Instalación de botones, ventiladores, cables**

En la Figura 57 se muestra la placa para el control de los botones. Al ser presionado uno de los botones, se envía la señal hacia el Arduino Nano.



**Figura 57: Circuito de los botones**

El Arduino Nano a su vez envía las señales hacia la placa que controla los ventiladores y humificadores, ver la Figura 58.



**Figura 58: Circuito de control de ventiladores y humificadores**

En la Figura 59 se muestra el panel de olores ya instalado y funcionando.



**Figura 59: Panel de olores**

### **3.2.3 TUBO DE BURBUJAS**

El tubo de burbujas se lo diseño de manera que al final tenga un tamaño de 1,75 m de alto. La base de los tubos de burbujas se las realizó con madera con un agujero

en el centro de manera que el tubo de acrílico ingrese libremente en este. Las medidas de esta estructura son 50 cm de alto por 35 cm de ancho, el agujero en el centro tiene un diámetro de 15 cm por 15 cm de fondo. En la Figura 60 se muestran las bases construidas para los tubos de acrílico.

La estructura fue pintada de color blanco y se dejó un espacio interno adecuado para la instalación de los circuitos electrónicos y algunos elementos para llenar y vaciar el agua de los tubos, en la Figura 61 se muestran las bases listas para la instalación de los elementos.



**Figura 60: Bases para los tubos de acrílico**



**Figura 61: Bases de los tubos después de ser pintadas**

### **Adecuación de los tubos de acrílico**

Ya que los tubos de acrílico son de tamaño original de 2 m, se los tuvo que cortar hasta que queden de un tamaño de 1,40 m.

La impermeabilización de los tubos se la realizó con una tapa de acrílico la cual fue colocada dentro del tubo y sellada con pegamento acrílico.

Una vez que los tubos estaban sellados completamente se procedió a realizar algunos agujeros en esta tapa de acrílico, para colocar las válvulas para la entrada de aire (válvulas anti-retorno) y las válvulas para la entrada y salida de agua.

### **Colocación de los tubos en la estructura de madera**

Una vez adecuados los tubos de acrílico se procedió a realizar la adecuación de las estructuras de madera para colocar los tubos en ellas.



**Figura 62: Instalación del tubo en su base**

Se tuvo que realizar algunas perforaciones en la base del agujero en donde se colocó el tubo, estos con la finalidad de poder instalar todas tuberías para las válvulas de aire y agua en el interior de la estructura de madera. Se había dejado un espacio en la base de madera para poder colocar las luces led RGB. La Figura 62 nos muestra parte del proceso de la instalación del tubo en su base.

Una vez realizados todos estos agujeros se procedió a colocar los tubos en la estructura de madera.

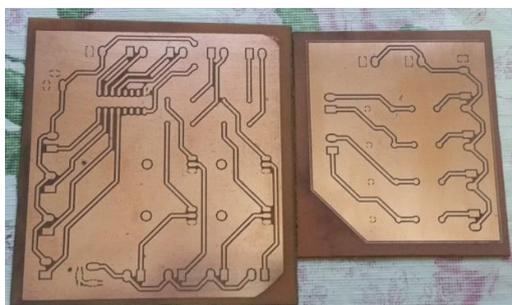
Luego de colocado el tubo se instaló las diferentes tuberías para la entrada - salida de agua y se colocó la mini bomba de aire que se dirigía hacia la válvula antirretorno para la entrada del aire. En la Figura 63 se visualiza el tubo de acrílico ya instalado.



**Figura 63: Tubo de acrílico instalado en su base**

En las botoneras se tuvo que colocar los botones con cables soldados en sus terminales para poder conectarlos a la placa respectiva.

Las placas para la parte electrónica se las realizaron mediante el método de planchado. A continuación, se muestran placas usadas tanto en la botonera (Placa de la izquierda en la Figura 64) como en la placa para el control de la mini bomba de agua y luces RGB (Placa de la derecha en la Figura 64).



**Figura 64: Placas de los tubos de burbujas y las botoneras**

Para el envío de señales entre la botonera y los tubos se instalaron conectores de 6 pines para poder enviarlas mediante un cable de 8 pares. En la Figura 65 se ve el proceso de instalación para el tubo de burbujas.



**Figura 65: proceso de instalación en el tubo de burbujas**

Una vez realizadas todas estas adecuaciones se muestran en la Figura 66 los tubos de burbujas instalados y funcionando.



**Figura 66: Tubo de burbujas**

### **3.2.4 DUCHA DE FIBRA ÓPTICA**

Este elemento se construyó con una estructura de hierro pintada de blanco con una medida de 1,75 cm de alto. La cabecera de la estructura se la realizó con una inclinación de aproximadamente 30 grados y que sobresalga aproximadamente unos 40 cm de la parte principal de la estructura. Al final de la cabecera se colocó una platina de 5 cm de ancho por 40 cm de largo, con el fin de poder instalar un tablero de madera que es el que sostiene la fibra óptica. La base de la estructura tiene la forma de una cruz, esto para poder colocar cuatro ruedas y con esto lograr un mayor equilibrio y movilidad.

El tablero que uso para la cabecera tiene unas medidas de 60 cm x 60 cm, se lo pinto de color blanco y en el mismo se realizaron unos 300 agujeros con el fin de poder pasar a través de estos las 300 fibras ópticas. Ver Figura 67.



**Figura 67: Instalación de la fibra en la estructura**

El trabajo de pasar las fibras ópticas se lo tiene que realizar siguiendo un orden determinado, tratando de evitar que las fibras ópticas en la cabecera de la estructura se enreden entre sí y lograr así un mejor acabado estético. La estructura finalizada se muestra en la figura Figura 68.



**Figura 68: Ducha de fibra óptica**

### **3.2.5 CORTINA DE ESTRELLAS**

El tablero de madera que se usó como base para este elemento tiene medidas de 2 m de largo por 1 m de alto. Para cubrir el tablero se decidió usar una esponja de unos 5 cm de espesor. Antes de cubrir el tablero con la esponja se tuvo que traspasar

la fibra óptica a través de esta esponja distribuyendo las 100 fibras ópticas de manera equitativa por toda su superficie.

Una vez realizado esto se procedió a colocar la esponja encima del tablero de manera que la fibra quede entre la esponja y el tablero y solo sobresalga el conector de la fibra óptica. En la Figura 69 se muestra la instalación de la fibra en el panel.



**Figura 69: Proceso de instalación de la cortina de estrellas**

Lo siguiente que se realizó fue forrar la esponja y el tablero con una tela especial para lograr una agradable sensación y con el fin de que estimule el sentido del tacto de los adultos mayores. De la misma manera se tuvo que traspasar la fibra óptica por esta tela y ya que la fibra tiene una longitud de 2 m se la tuvo que cortar dejando expuestas solo una parte pequeña de las mismas.

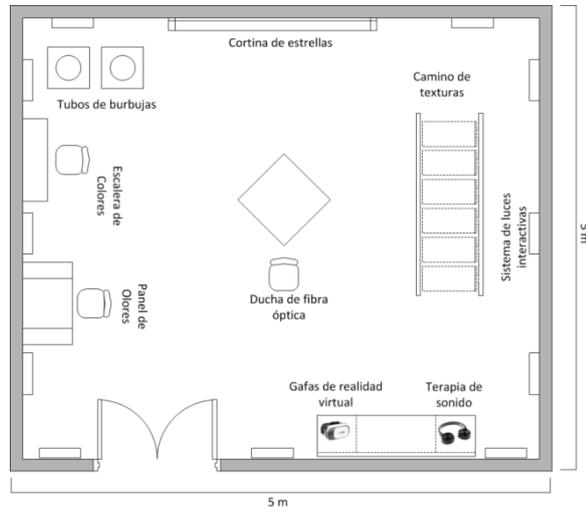
La estructura final, instalada y funcionando se muestra en la Figura 70.



**Figura 70: Cortina de estrellas**

### 3.3 INSTALACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA SALA MULTISENSORIAL

La instalación de los equipos se realizó siguiendo el esquema de la Figura 71.



**Figura 71:** Ubicación de los elementos en la Sala Multisensorial

La mayoría de equipos solo se tuvieron que llevar y fueron colocados según las especificaciones de los terapeutas.

#### 3.3.1 ESCALERA DE COLORES

Este elemento fue colocado en el lugar en donde el terapeuta requería y calibrado su sensibilidad según sus requerimientos. La ubicación se muestra en la Figura 72.



**Figura 72:** Ubicación de la escalera de colores en la Sala Multisensorial

### 3.3.2 DUCHA DE FIBRA ÓPTICA

Este elemento se decidió colocarlo en el centro de la sala por su vistosidad, así mismo al tener ruedas puede ser desplazado fácilmente. La ubicación se muestra en la Figura 73.

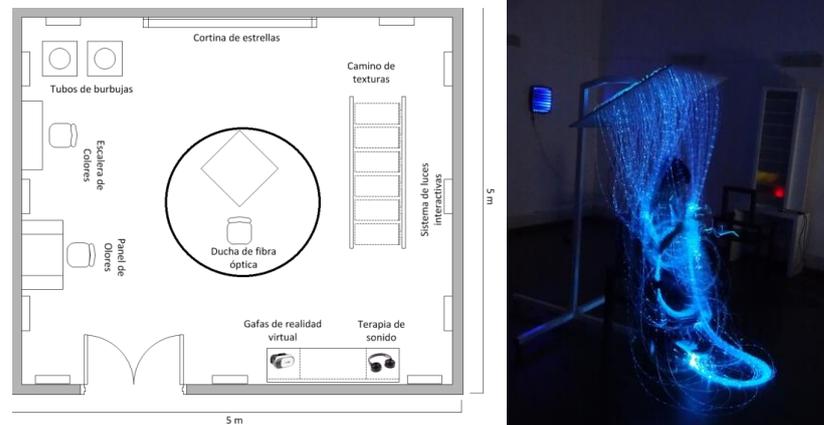


Figura 73: Ubicación de la ducha de fibra óptica

### 3.3.3 CORTINA DE ESTRELLAS

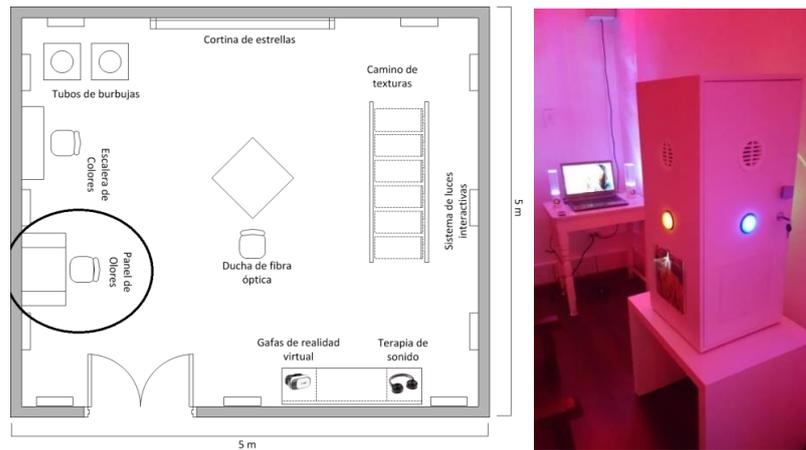
Para la cortina de estrellas se tuvo que hacer algunas adecuaciones para poder colgarla en la pared con ganchos. Una vez hecho esto se presenta como se muestra en la Figura 74.



Figura 74: Ubicación de la cortina de estrellas

### 3.3.4 PANEL DE OLORES

Luego dar indicaciones sobre la forma de uso del panel de olores, se lo colocó de acuerdo a los requerimientos del terapeuta. En la Figura 75 se muestra la ubicación de este elemento en la sala.



**Figura 75: Ubicación del panel de olores en la Sala Multisensorial**

### 3.3.5 TUBOS DE BURBUJAS

Estos elementos tuvieron que ser llenados una vez que estaban instalados en el lugar que se quería debido a que por su tamaño se vuelven pesados y para evitar algún daño es preferible hacerlo de esa forma. La Figura 76 muestra la ubicación de los elementos en la sala.



**Figura 76: Ubicación de los tubos de burbujas en la Sala Multisensorial**

Una vez instalados todos los equipos la Sala multisensorial e instalado el sistema de ambientación, la sala se presenta como se observa en la Figura 77.



**Figura 77: Sala Multisensorial instalada**

## **CAPÍTULO 4:**

# **4 ANÁLISIS DE LOS RESULTADO**

### **4.1.1 DESARROLLO DE LAS TERAPIAS**

El desarrollo de las terapias en la sala multisensorial estuvo a cargo de los psicólogos del Hogar Miguel León. Se realizó un estudio investigativo en el que los participantes se catalogaron de acuerdo a su estado cognitivo y funcional, en actividades de la vida diaria (AVD) “Índice de Barthel” e instrumentales de la vida diaria (AIVD) “Índice de Lawton y Brody”. Asignándose doce participantes a un grupo de terapias de acuerdo a los resultados obtenidos.

### **4.1.2 PARTICIPANTES**

La población fue seleccionada entre los residentes del Centro Gerontológico Hogar Miguel León de la ciudad de Cuenca (Ecuador). El criterio de inclusión fue un diagnóstico de demencia (Alzheimer, Parkinson, Huntington), diagnósticos respaldados por un médico especializado en Gerontogeriatría y corroborados por el departamento de psicología utilizando la Valoración Cognitiva Clínica de Mayo, que clasifica la demencia como niveles leves, moderados y severos (25-38).

El universo tratado fue de 60 pacientes. El psicólogo clínico verificó la elegibilidad de los participantes de acuerdo al criterio de inclusión, de los cuales se seleccionó para la sala multisensorial un número de 12 personas. El protocolo de estudio fue aprobado por el medico docente y presidente del comité de investigaciones de la Universidad del Adulto Mayor (UAM) de la ciudad de Cuenca (Ecuador).

Se desarrolló una socialización para dar a conocer la investigación, la obtención de los criterios de inclusión; y en donde se seleccionaron a las cooperantes gerocultoras, personas autorizadas por los representantes. La directora del Centro en donde se realizó la investigación, dio apertura para que se realice la investigación con las personas elegidas residentes del centro.

La Tabla 19 muestra las características sociodemográficas de los participantes de la sala Multisensorial.

	<b>Edad</b>	<b>Género</b>	<b>Nivel de Educación</b>	<b>Diagnóstico médico</b>
Paciente 1	101	Masculino	Sin instrucción	Demencia senil, síndrome depresivo
Paciente 2	84	Femenino	Primaria	Alzheimer
Paciente 3	70	Femenino	Sin instrucción	Estable
Paciente 4	91	Femenino	Primaria	Hipertensión arterial
Paciente 5	66	Femenino	Secundaria	Aneurisma congénito
Paciente 6	83	Femenino	Primaria	Alzheimer
Paciente 7	89	Femenino	Primaria	Demencia senil, Alzheimer
Paciente 8	95	Femenino	Sin instrucción	Alzheimer
Paciente 9	82	Femenino	Sin instrucción	Artritis
Paciente 10	85	Femenino	Sin instrucción	Trastorno bipolar
Paciente 11	91	Femenino	Sin instrucción	Artrosis
Paciente 12	41	Femenino	Primaria	Huntington

**Tabla 19: Características sociodemográficas de los participantes**

La edad media de la muestra fue 82,3 años, de un total de 12 participantes. En este estudio las mujeres representan el 83,33% (n=10) y los hombres el 16,67% (n=2) de la muestra.

En cuanto al estado civil, 66,67% (n=8) de los participantes eran solteros, 8,33% (n=1) era casado, 8,33% (n=1) era divorciado y 16,67% (n=2) era viudo. Además 50% (n=6) no tenían educación formal, 41,67% (n=5) tenían instrucción básica, 8,33 (n=1) tenía instrucción secundaria. Ver Tabla 20.

<b>Edad</b>	Promedio	82.3
	(Desviación estándar)	41-101
	Mínimo-máximo	
<b>Género</b>	Femenino	10
	Masculino	2
<b>Estado Marital</b>	Soltero	8
	Casado	1
	Divorciado	1
	Viudo	2
<b>Nivel de Educación</b>	Sin instrucción	6
	Primaria	5
	Secundaria	1
	Universidad	0

**Tabla 20: Características sociodemográficas de los pacientes**

#### **4.1.3 PROCEDIMIENTO**

El grupo seleccionado para la Sala Multisensorial participó en diferentes sesiones focales de estimulación sensorio-perceptiva a través de dos o tres elementos de la sala por cada sesión: ducha de fibra óptica, la escalera de colores, cortina de estrellas, los tubos de burbujas, el panel de olores, caminador de texturas, holofonías, gafas de realidad virtual y el sistema de ambientación (luces led).

Para desarrollar las terapias focalizadas de acuerdo a su realidad, en sala multisensorial se realizó un estudio de campo para conocer la realidad de los adultos mayores, sus actividades, costumbres, tradiciones del cual ellos formaron parte. Se concluyó que la gran mayoría provienen de las zonas rurales del país.

El diseño de las sesiones del grupo multisensorial se basó en el protocolo de exploración neuropsicológica Test de Barcelona. Todos los pacientes de este grupo participaron en 5 sesiones semanales de 30 minutos, durante 12 semanas.

Todas las sesiones fueron realizadas por profesionales (psicólogo clínico, terapeuta ocupacional, licenciada en ludoterapia, fisioterapeuta y trabajadora social) con formación en la temática.

#### **4.1.4 TRABAJO DE TERAPIAS**

Es muy importante la interacción entre el terapeuta y los adultos mayores, ya que al ser la mayor parte de los adultos mayores dependientes física o cognitivamente, los terapeutas tendrán que buscar la forma de evocar emociones mediante los elementos implementados, por ejemplo, mediante historias o acciones que generen recuerdos en los adultos mayores. A continuación, se muestra algunas imágenes con las terapias que se realizan con los adultos mayores.

En la Figura 78 se visualiza al terapeuta junto con el adulto mayor, en la parte superior de la imagen se encuentran trabajando con la escalera de colores. El terapeuta motiva al paciente a que hable o cante alguna canción en el micrófono para que el encendido de las luces varíe de acuerdo a la intensidad de la voz. En la parte inferior de la imagen se trabaja con la cortina de estrellas, generalmente con este equipo, el terapeuta lo que hace es mantener una conversación fluida con el adulto mayor (historias, experiencias, recuerdos, entre otros), variando los colores y la intensidad de las luces de la cortina. Esto hace que el paciente recuerde cosas específicas de su vida ayudándole a estimular su memoria.



**Figura 78: Terapias con la escalera de colores y la cortina de estrellas**

En la Figura 79, se ve como se realizan las terapias en la ducha de fibras óptica, comúnmente al igual que en los elementos anteriores, el terapeuta lo que busca es socializar con el paciente, con temas como experiencias, familia, lugares en donde ha vivido, sus trabajos, etc., motivándole a mantener una conversación y a recordar.

Además, permite al paciente interactuar con la luz, dejando que la fibra caiga sobre sus hombros llenándolo de tranquilidad al sentirse rodeado por la luz.



**Figura 79: Terapias con la ducha de fibras óptica.**

En la Figura 80 se visualizan los tubos de burbujas, son una herramienta que ayuda al terapeuta a estimular visualmente al paciente a través de las luces del tubo, también ayuda a la motricidad y también se puede realizar tareas de seguimiento con el cambio de colores.

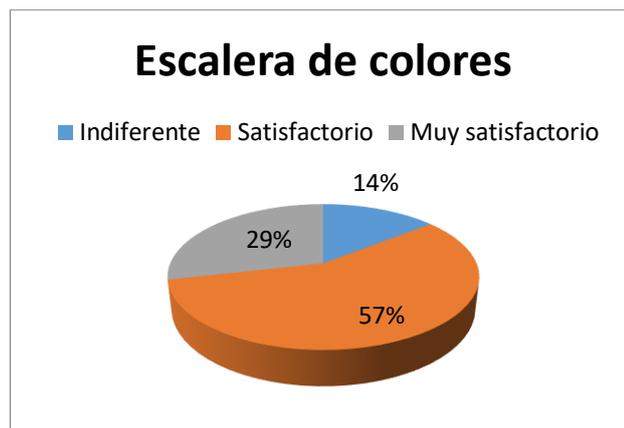


**Figura 80: Sesiones en la Sala Multisensorial**

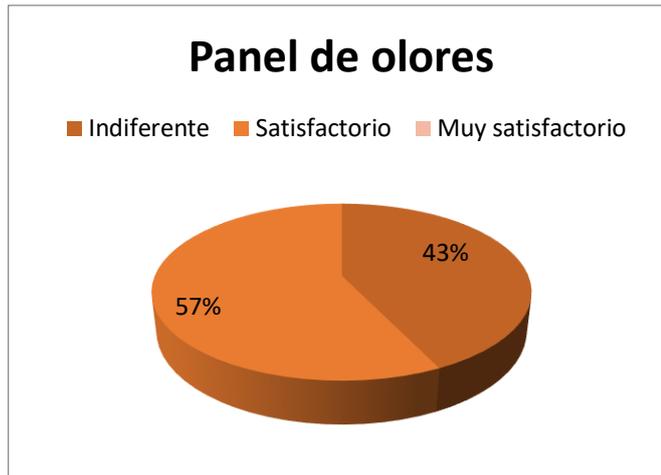
#### **4.1.5 MEDICIÓN DEL GRADO DE SATISFACCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA SALA MULTISENSORIAL**

Los resultados presentados a continuación muestran la perspectiva del psicólogo clínico encargado de realizar las terapias con los adultos mayores sobre el grado de satisfacción de los adultos mayores al utilizar los 5 elementos de la sala multisensorial.

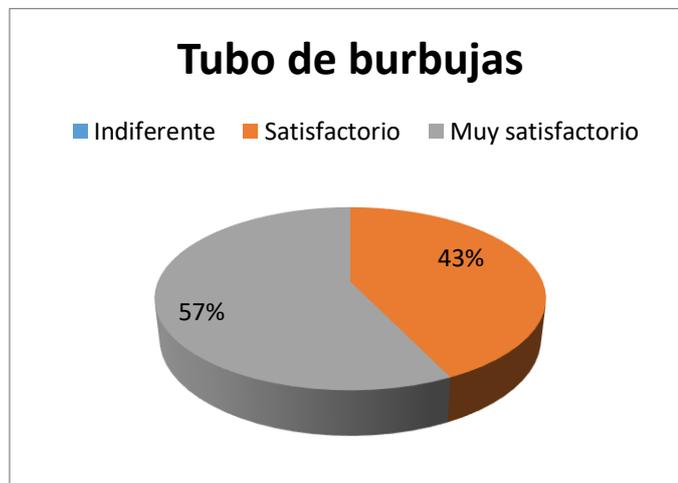
Califica esto en tres tipos de grados: Indiferencia, satisfactorio y muy satisfactorio. Desde la Figura 81 hasta la Figura 85 se muestran los resultados obtenidos con relación al grado de satisfacción de cada equipo de la sala.



**Figura 81: Estadísticas del grado de satisfacción de la escalera de colores**



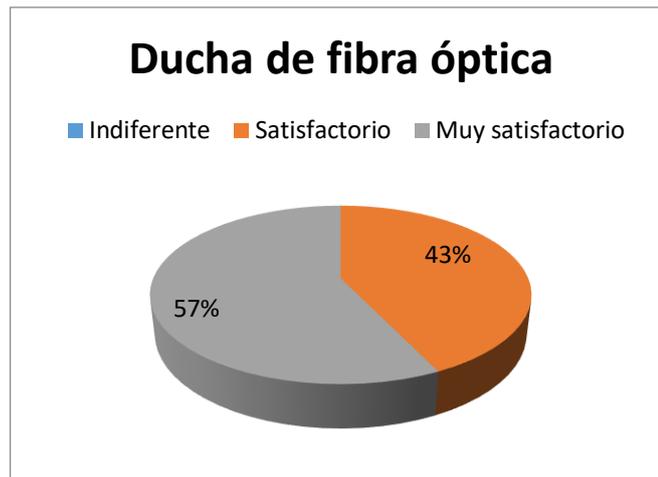
**Figura 82:** Estadísticas del grado de satisfacción del panel de olores



**Figura 83:** Estadísticas del grado de satisfacción de los tubos de burbujas



**Figura 84:** Estadísticas del grado de satisfacción de la cortina de estrellas



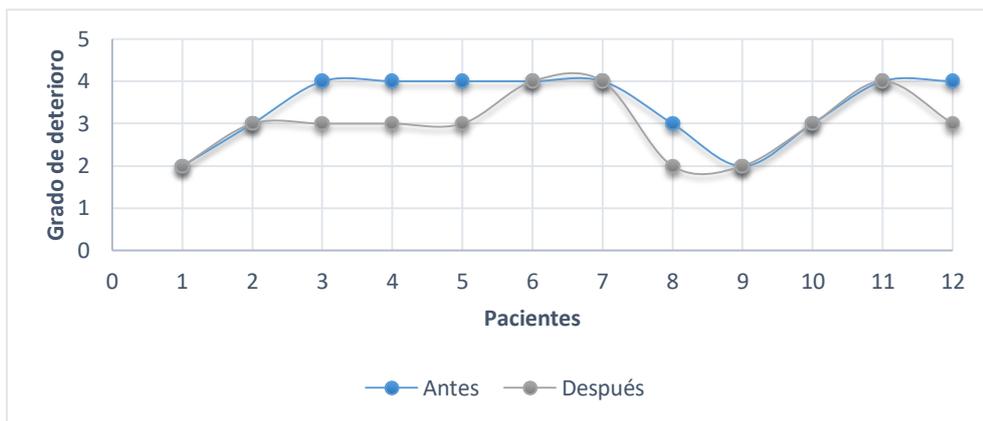
**Figura 85: Estadísticas del grado de satisfacción de la ducha de fibra óptica**

Al ver estos resultados se puede observar que los adultos mayores en su mayoría presentan respuestas entre satisfactorio y muy satisfactorio, por lo que se puede deducir una favorable aceptación por parte de ellos. En el elemento panel de olores es en donde se muestra un mayor grado de indiferencia, esto puede deberse a la avanzada edad de algunos de ellos por lo que su sentido del olfato está afectado severamente.

#### **4.1.6 RESULTADOS OBTENIDOS**

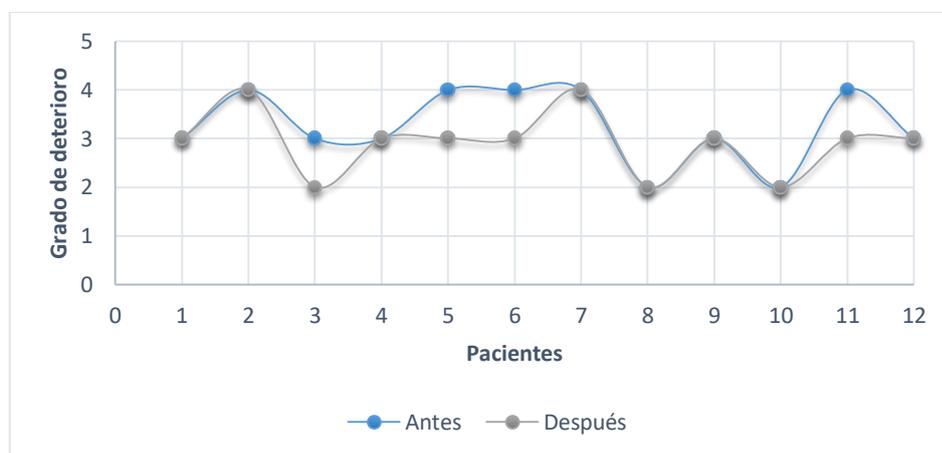
Los resultados obtenidos se visualizan en las siguientes figuras, donde se muestran los promedios de las evaluaciones realizadas (habilidades cognitivas y motoras) antes y después de las sesiones en la sala multisensorial durante las doce semanas. Los datos que se visualizan tienen en el eje X: pacientes tratados; en el Eje Y: grado de deterioro. Siendo: 5 (muy serio), 4 (severo), 3 (moderado), 2 (discreto), 1 (Normal).

Después de las sesiones en la sala multisensorial algunos pacientes se mostraron más espontáneos y comunicativos relacionándose mejor con las personas que se encontraban en su ambiente. En la Figura 86 se muestra la información recopilada en promedio de las evaluaciones realizadas en cada uno de los pacientes durante el periodo de terapias, con relación al estado de ánimo.



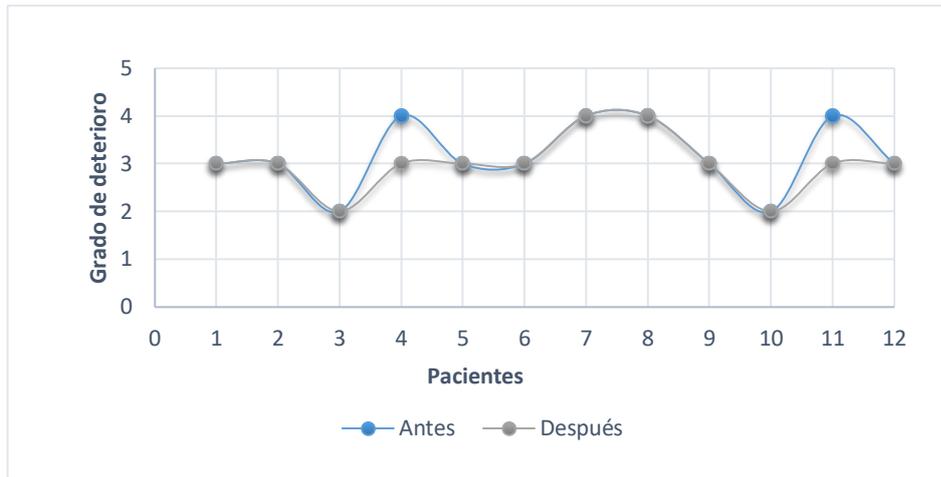
**Figura 86: Resultados del estado de ánimo del paciente**

Otros resultados alentadores presentados en los pacientes fueron en sus habilidades motoras, la mejora de su fuerza muscular y la coordinación visual-motora, en la Figura 87 se muestran las gráficas obtenidas.

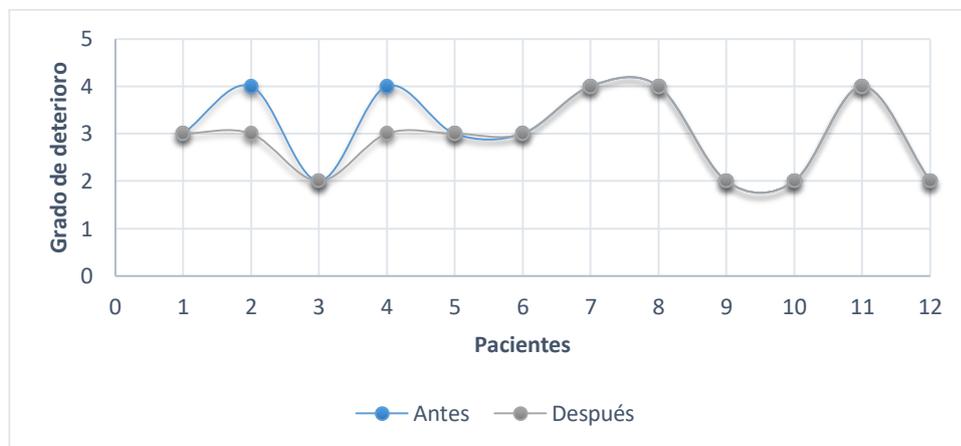


**Figura 87: Resultados de la coordinación motora**

En cuanto a la audición (ver Figura 88) y a la visión (ver Figura 89) de los pacientes, debido a su edad avanzada estos sentidos ya habían sido afectados severamente, por lo que los resultados esperados y obtenidos no fueron diferentes a su condición inicial.

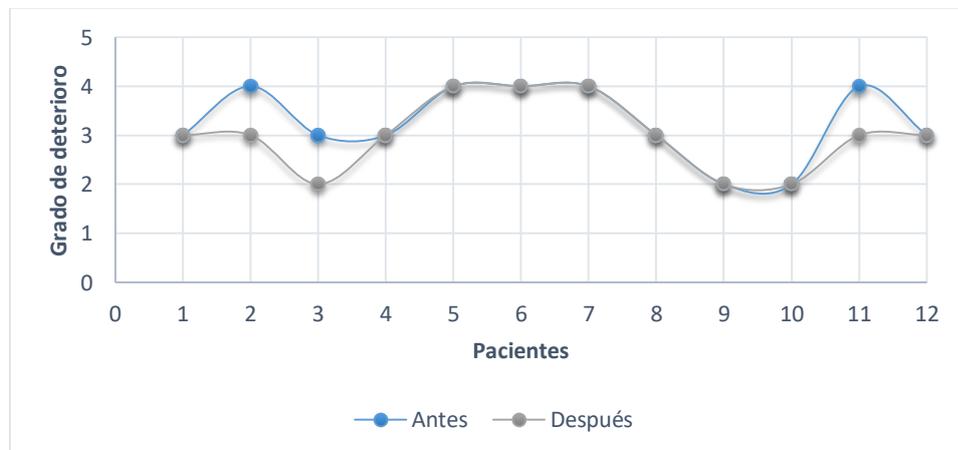


**Figura 88: Resultados de audición**



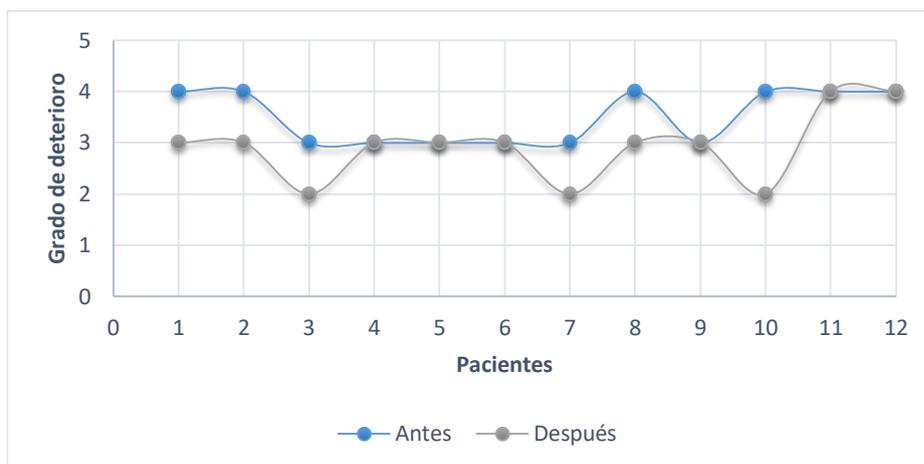
**Figura 89: Resultados de visión**

En el área cognitiva las funciones mentales se han conservado y se ha logrado estimular de manera positiva en ciertos pacientes, sobre todo en cuanto al nivel receptivo.



**Figura 90: Resultados de la habilidad cognitiva**

En el área de lenguaje y comunicación es en donde se vieron varias mejoras en la mayoría de pacientes. Después de las sesiones realizadas en la sala multisensorial, el grupo seleccionado se mostró más comunicativo mostrando un lenguaje más fluido que antes de la sesión en la sala. Los resultados se ven en la Figura 91.



**Figura 91: Resultados de lenguaje y comunicación**

En general, los resultados que se han obtenido en las diferentes sesiones en la sala multisensorial han sido positivos, mostrando cambios en los pacientes a corto plazo. Hay que tomar en consideración, que el adulto mayor por su edad va perdiendo algunas de sus capacidades paulatinamente. Las terapias que se trabajan en la sala multisensorial principalmente lo que logran es retrasar esa pérdida de capacidades, tratando de mantener al adulto mayor en un constante uso de sus funciones, con varias actividades estimulantes y enriquecedoras y así evitar un declive acelerado.

## **CAPÍTULO 5:**

# **5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 CONCLUSIONES**

Se ha logrado desarrollar, construir e implementar exitosamente una sala multisensorial negra destinada a las personas de la tercera edad, implementando 5 de los principales elementos con los que una sala de este tipo cuenta: escalera de colores, tubo de burbujas, panel de olores, ducha de fibras ópticas, cortina de estrellas.

Cada elemento, que conforma la sala diseñada, fue adecuado a la realidad ecuatoriana y a las necesidades de los pacientes, bajo la asesoría de los terapeutas responsables.

Se demostró que la falta de estimulación sensorial influye en las capacidades cognitivas y funcionales, las cuales se van perdiendo en los adultos mayores a medida que tienen más edad, lo que trae como consecuencia el posible desarrollo de enfermedades neurodegenerativas, como la demencia, Parkinson, Alzheimer, etc.,

Se ha observado que al aplicar las terapias utilizando la sala multisensorial los terapeutas presentan menor estrés laboral y mayor satisfacción en su trabajo.

Los equipos diseñados y desarrollados están destinados para ser utilizados por personas que presentan un cierto grado de discapacidad motriz y cognitiva. El diseño de los equipos se realizó conjuntamente con los terapeutas pensando en darles el máximo uso posible.

Se diseñó e implementó un programa para el seguimiento de los pacientes que utilizan la sala multisensorial. Para el mismo se utilizó el lenguaje de programación Java y el entorno de desarrollo NetBeans. La base de datos utilizada fue MySQL.

El programa desarrollado permite al terapeuta generar gráficas para medir y evaluar el avance en las capacidades cognitivas, funcionales y sensoriales de los adultos mayores.

Los resultados indican que el uso de la Sala Multisensorial en los adultos mayores, con algún tipo de disfunción cognitiva, presentan una mejora del estado de ánimo. Este comportamiento se evidencia en la minimización en el patrón de

agresividad y se logra centrar la atención en el paciente, con mayor énfasis en aquellos que presentan enfermedades neurodegenerativas y deterioro cognitivo en la etapa temprana.

Los resultados permiten analizar que la aplicación de las terapias utilizando la sala sensorial fortalecieron la parte funcional de la motricidad fina y gruesa. Así mismo, se evidenció un mejor desenvolvimiento en las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria, logrando mejorar la calidad de vida de los adultos mayores.

En el área afectiva los parámetros de signos depresivos disminuyeron notablemente y su relación con el ámbito social, familiar y personal mejoró.

La visión y audición no presenta una mejora después de aplicar la terapia, esto se debe al grado avanzado de deterioro que los adultos mayores presentan en esta etapa de su vida.

En el área cognitiva las funciones del estado mental se han conservado y se logró estimular su esfera senso-perceptiva permitiendo obtener respuestas tanto a nivel constructivo como receptivo.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Desarrollar equipos con más funcionalidades que permita ampliar el uso, a un mayor número de personas. Así mismo, los equipos podrían ser adaptados para aplicarlos en niños que presenten disfunciones cognitivas.

Implementar un plan de mantenimiento que permita tener en funcionamiento los equipos y que alargue el tiempo de vida de los mismos.

De acuerdo al estudio realizado es oportuno aumentar el número de equipos que ayuden a estimular las funciones cognitivas de los adultos mayores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. M. Tinga, J. M. A. Visser-Meily, M. J. van der Smagt, S. V. der Stigchel, R. van Ee, y T. C. W. Nijboer, «Multisensory Stimulation to Improve Low- and Higher-Level Sensory Deficits after Stroke: A Systematic Review», *Neuropsychol. Rev.*, vol. 26, n.º 1, pp. 73-91, mar. 2016.
- [2] A. L. Lázaro, S. Blasco, y A. Lagranja, «La integración sensorial en el Aula Multisensorial y de Relajación: estudio de dos casos», *Rev. Electrónica Interuniv. Form. Profr.*, vol. 13, n.º 4, pp. 321-334, 2010.
- [3] M. del C. Gómez, *Aulas multisensoriales en educación especial: estimulación e integración sensorial en los espacios snoezelen*. Ideaspropias Editorial S.L., 2009.
- [4] R. Díaz López, «Elementos de la sala snoezelen como herramientas de evaluación», Universidade da Coruña, 2012.
- [5] A.-J. Bianchi, H. Guépet-Sordet, y P. Manckoundia, «[Changes in olfaction during ageing and in certain neurodegenerative diseases: up-to-date]», *Rev. Med. Interne*, vol. 36, n.º 1, pp. 31-37, ene. 2015.
- [6] S. D. Berkheimer, C. Qian, y T. K. Malmstrom, «Snoezelen Therapy as an Intervention to Reduce Agitation in Nursing Home Patients With Dementia: A Pilot Study», *J. Am. Med. Dir. Assoc.*, vol. 18, n.º 12, pp. 1089-1091, dic. 2017.
- [7] B. S. Strøm, S. Ytrehus, y E.-K. Grov, «Sensory stimulation for persons with dementia: a review of the literature», *J. Clin. Nurs.*, vol. 25, n.º 13-14, pp. 1805-1834, jul. 2016.
- [8] C. Muller y M. Gillet, «Maladie d'Alzheimer : stratégies de communications et d'interventions. Une approche sans mots», *Kinesither. Rev.*, vol. 159, n.º 15, pp. 65-69, 2015.
- [9] S. Chan, M. Y. Fung, C. W. Tong, y D. Thompson, «The clinical effectiveness of a multisensory therapy on clients with developmental disability», *Res. Dev. Disabil.*, vol. 26, n.º 2, pp. 131-142, mar. 2005.
- [10] J. C. M. van Weert, A. M. van Dulmen, P. M. M. Spreeuwenberg, J. M. Bensing, y M. W. Ribbe, «The effects of the implementation of snoezelen on the quality of working life in psychogeriatric care», *Int. Psychogeriatr.*, vol. 17, n.º 3, pp. 407-427, sep. 2005.
- [11] Z. S. Illescas Carangui y D. L. Carrión Villa, «Diseño e implementación de una sala multisensorial para el Instituto Fiscal Especial de Invidentes y Sordos del Azuay», jun. 2011.
- [12] J. F. Vele Guallpa y M. F. Illescas Guillén, «Diseño y construcción de un sistema de estimulación visual y auditiva para implementar una sala multisensorial para niños autistas en el Centro CIMA de la ciudad de Cuenca», ago. 2012.
- [13] G. E. Avila Jiménez y P. A. Portocarrero Márquez, «Diseño e implementación de una sala multisensorial basada en multiagentes con un sistema de seguimiento y evaluación automatizado», nov. 2014.
- [14] «Ley para los adultos mayores fue aprobada | El Comercio». [En línea]. Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/ley-adultomayor-aprobacion-asambleanacional-ecuador.html>. [Accedido: 22-jul-2018].
- [15] A. Maseda, A. Sánchez, M. P. Marante, I. González-Abraldes, C. de Labra, y J. C. Millán-Calenti, «Multisensory stimulation on mood, behavior, and biomedical parameters in people with dementia: is it more effective than conventional one-

- to-one stimulation?», *Am. J. Alzheimers Dis. Other Demen.*, vol. 29, n.º 7, pp. 637-647, nov. 2014.
- [16] A. Maseda, A. Sánchez, M. P. Marante, I. González-Abraldes, A. Buján, y J. C. Millán-Calenti, «Effects of Multisensory Stimulation on a Sample of Institutionalized Elderly People With Dementia Diagnosis: A Controlled Longitudinal Trial», *Am. J. Alzheimers Dis. Other Demen.*, vol. 29, n.º 5, pp. 463-473, ago. 2014.
- [17] A. Jakob y L. Collier, *How to make a Sensory Room for people living with dementia - A Guide Book*. 2014.
- [18] M. A. Jiménez, *Tratado de geriatría para residentes*. Sociedad Española de Geriatría y Gerontología, 2007.
- [19] «Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre la atención integral a las personas con enfermedad de Alzheimer y otras demencias. Guía de Práctica Clínica sobre la atención integral a las personas con enfermedad de Alzheimer y otras demencias. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Agència d'Informació, Avaluació i Qualitat en Salut de Catalunya; 2010. Guías de Práctica Clínica en el SNS: AIAQS Núm. 2009/07». [En línea]. Disponible en: [https://scientiasalut.gencat.cat/bitstream/handle/11351/1272/gpc\\_atencion\\_integral\\_alzheimer\\_demencias\\_2010\\_cas.pdf?sequence=1](https://scientiasalut.gencat.cat/bitstream/handle/11351/1272/gpc_atencion_integral_alzheimer_demencias_2010_cas.pdf?sequence=1). [Accedido: 11-may-2018].
- [20] J. L. Molinuevo y J. Peña-Casanova, *Guía oficial para la práctica clínica en demencias: conceptos, criterios y recomendaciones, 2009*. Barcelona: Sociedad Española de Neurología (SEN): Prous Science, 2009.
- [21] M. Baquero Toledo, C. Carnero Pardo, y M. Martínez Lozano, *Clasificación*. En: *Molinuevo JL, Peña-Casanova J, editores. Guía oficial para la práctica clínica en demencias: conceptos, criterios y recomendaciones*. Barcelona: Sociedad Española de Neurología (SEN): Prous Science, 2009.
- [22] «Fundación TASE - Ayuda a personas con Alzheimer», *Fundación TASE - Ayuda a personas con Alzheimer*. [En línea]. Disponible en: <http://www.fundaciontase.org/alzheimer-y-demencia>. [Accedido: 13-may-2018].
- [23] B. de la Casa Fages, «Guía informativa de la enfermedad de Parkinson», Servicio de Neurología Hospital General Universitario Gregorio Marañón Grupo de Investigación en Fisiopatología y Tratamiento de los Trastornos del Movimiento, Madrid.
- [24] C. Diego Alonso, P. Jovellar Isiegas, M. Arregui López, y V. Royo Quintana, «Experiencia e ilusión: Una Rehabilitación Pediátrica en Polonia», *Revista Chilena de Terapia Ocupacional*, vol. 7, nov-2007.
- [25] G. Velasco Arias y E. Muñoz Jiménez, «Tratamiento fisioterápico del parálítico cerebral adulto en sala Snoezelen», *Fisioterapia*, pp. 134-142.
- [26] J. Hulsegge y A. Verheul, *Snoezelen: Another World: a Practical Book of Sensory Experience Environments for the Mentally Handicapped*. Rompa, 1987.
- [27] E. S. Heredero, L. Arce, M. Bahón, I. Calero, E. Días, y A. Dueñas, «LAS AULAS MULTISENSORIALES COMO RECURSO PARA ATENCION EDUCATIVA DE ALUMNOS CON DEFICIENCIA = MULTISENSORY CLASSROOMS AS A RESOURCE FOR THE EDUCATIONAL CARE OF STUDENTS WITH DEFICIENCY», *CAMINE Caminhos Educ. Camine Ways Educ.*, vol. 5, n.º 2, pp. 1-12, dic. 2013.

- [28] ORTOTECSA, «Salas Snoezelen», *Manual de las Salas Snoezelen*. [En línea]. Disponible en: [http://www.ortotecsarehabilitacionyfisioterapia.com/rehabilitacion\\_documentos\\_pdfs/MANUALES/Presentaci%C3%B3n-Manual%20salas%20Snoezelen-ESPA%C3%91OL.pdf](http://www.ortotecsarehabilitacionyfisioterapia.com/rehabilitacion_documentos_pdfs/MANUALES/Presentaci%C3%B3n-Manual%20salas%20Snoezelen-ESPA%C3%91OL.pdf). [Accedido: 15-may-2018].
- [29] M. del C. C. Vélez, «La sala de estimulación multisensorial», *Tabanque Rev. Pedagógica*, n.º 27, pp. 155-172, 2014.
- [30] J. Peña-Casanova, «Programa integrado de exploración neuropsicológica - test barcelona: bases teóricas, objetivos y contenidos», *Rev. Logop. Foniatría Audiol.*, vol. 11, n.º 2, pp. 66-79, ene. 1991.
- [31] M. Quintana Aparicio y J. Peña Casanova, *Test Barcelona abreviado*. Universitat Autònoma de Barcelona, 2010.
- [32] E. Kokmen, J. M. Naessens, y K. P. Offord, «A Short Test of Mental Status: Description and Preliminary Results», *Mayo Clin. Proc.*, vol. 62, n.º 4, pp. 281-288, abr. 1987.
- [33] «Big Dome Pushbutton SparkFun Electronics». [En línea]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/products/9181>. [Accedido: 28-jun-2018].
- [34] «Big Dome PushButton». [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/gp/product/B01M7PNCO9>. [Accedido: 28-jun-2018].
- [35] «DC 12V Micro Air Pump Electric». [En línea]. Disponible en: [https://www.amazon.com/gp/product/B01MR3JZZF/ref=oh\\_aui\\_detailpage\\_o01\\_s00?ie=UTF8&psc=1](https://www.amazon.com/gp/product/B01MR3JZZF/ref=oh_aui_detailpage_o01_s00?ie=UTF8&psc=1). [Accedido: 02-jul-2018].
- [36] «6-Pin Chassis Connector - Panel Mount SparkFun Electronics». [En línea]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/products/11475>. [Accedido: 02-jul-2018].
- [37] «Acrylic Tubing | U.S. Plastic Corp.» [En línea]. Disponible en: <https://www.usplastic.com/catalog/item.aspx?itemid=34565>. [Accedido: 03-jul-2018].
- [38] «ShineIn Plastic Non-return Check Valves». [En línea]. Disponible en: [https://www.amazon.com/ShineIn-Non-return-Aquarium-Increasing-Oxygenation/dp/B01LQHPZAK/ref=sr\\_1\\_1?ie=UTF8&qid=1530633427&sr=8-1&keywords=valvulas+acuarios](https://www.amazon.com/ShineIn-Non-return-Aquarium-Increasing-Oxygenation/dp/B01LQHPZAK/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1530633427&sr=8-1&keywords=valvulas+acuarios). [Accedido: 03-jul-2018].
- [39] A. Cortés-Télles y R. García-Torrentera, «Aerosoles: Fármacos y los dispositivos para su administración», *Neumol. Cir. Tórax*, vol. 72, pp. 164-174, jul. 2013.
- [40] Dean R Hess, Timothy Myers, y Joseph L Rau, «UNA GUIA DE DISPOSITIVOS PARA AEROSOLTERAPIA», *UNA GUIA DE DISPOSITIVOS PARA AEROSOLTERAPIA*. [En línea]. Disponible en: [http://www.irccouncil.org/newsite/members/aerosol\\_delivery\\_es.pdf](http://www.irccouncil.org/newsite/members/aerosol_delivery_es.pdf). [Accedido: 06-feb-2018].
- [41] «Mist Maker Fogger Replacement Mister with 12 LED Lights». [En línea]. Disponible en: [https://www.amazon.com/CNZ-Fogger-Replacement-Mister-Lights/dp/B00AO1ZOME/ref=pd\\_bxgy\\_201\\_img\\_2?encoding=UTF8&pd\\_rd\\_i=B00AO1ZOME&pd\\_rd\\_r=8333e830-7ed9-11e8-be1e-91ec4411289b&pd\\_rd\\_w=M3eAg&pd\\_rd\\_wg=pgk8a&pf\\_rd\\_i=desktop-dp-sims&pf\\_rd\\_m=ATVPDKIKX0DER&pf\\_rd\\_p=3914568618330124508&pf\\_rd\\_r=FRX7WXHH1273HRZCXXST&pf\\_rd\\_s=desktop-dp-sims&pf\\_rd\\_t=40701&psc=1&refRID=FRX7WXHH1273HRZCXXST&dpID=41BjOFJU6L&preST=\\_SX300\\_QL70\\_&dpSrc=detail](https://www.amazon.com/CNZ-Fogger-Replacement-Mister-Lights/dp/B00AO1ZOME/ref=pd_bxgy_201_img_2?encoding=UTF8&pd_rd_i=B00AO1ZOME&pd_rd_r=8333e830-7ed9-11e8-be1e-91ec4411289b&pd_rd_w=M3eAg&pd_rd_wg=pgk8a&pf_rd_i=desktop-dp-sims&pf_rd_m=ATVPDKIKX0DER&pf_rd_p=3914568618330124508&pf_rd_r=FRX7WXHH1273HRZCXXST&pf_rd_s=desktop-dp-sims&pf_rd_t=40701&psc=1&refRID=FRX7WXHH1273HRZCXXST&dpID=41BjOFJU6L&preST=_SX300_QL70_&dpSrc=detail). [Accedido: 03-jul-2018].

- [42] «Transistor Darlington TIP120», *Electronicos Caldas*. [En línea]. Disponible en: <http://www.electronicoscaldas.com/transistores-bjt/618-transistor-tip120.html>. [Accedido: 02-jul-2018].
- [43] «ULN2003A High-Voltage, High-Current Darlington Transistor Arrays | TI.com». [En línea]. Disponible en: <http://www.ti.com/product/ULN2003A>. [Accedido: 26-jun-2018].
- [44] «El ULN2003. driver de salida para microcontroladores | Inventable.eu», *Inventable*, 09-feb-2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.inventable.eu/2018/02/09/uln2003-driver-salida-microcontroladores/>. [Accedido: 26-jun-2018].
- [45] «CHINLY 16W Remote RGBW Twinkle sparkle fiber optic». [En línea]. Disponible en: [https://www.amazon.com/gp/product/B01D9T6KN4/ref=oh\\_aui\\_detailpage\\_o00\\_s00?ie=UTF8&language=en\\_US&psc=1](https://www.amazon.com/gp/product/B01D9T6KN4/ref=oh_aui_detailpage_o00_s00?ie=UTF8&language=en_US&psc=1). [Accedido: 10-oct-2018].
- [46] «Arduino Nano». [En línea]. Disponible en: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>. [Accedido: 26-jun-2018].
- [47] F. J. C. Sierra, *Java 2: lenguaje y aplicaciones*. Ra-Ma, 2006.

# APÉNDICES

## APÉNDICE A: MANUAL DE USO

### ESCALERA DE COLORES



**Figura 92: Escalera de colores**

**Descripción:** Es un elemento que convierte la voz en imágenes. Consta de 10 compartimentos que van encendiéndose desde abajo hacia arriba según la intensidad con que la persona hable. La base cuenta con un compartimento en el cual el adulto mayor puede poner sus pies sin ninguna dificultad.

#### **Especificaciones Técnicas:**

Longitud 0,75 metros, altura 1,70 metros

Voltaje de alimentación 120 V / 60 Hz

Incluye micrófono

## PANEL DE OLORES



**Figura 93: Panel de olores**

**Descripción:** Es un elemento en forma de cubo en donde cada lado contiene un pulsante con luz led, un ventilador y un espacio en donde colocar imágenes indicadoras. Puede girar libremente de manera que se pueda poner olores diferentes en los cuatro lados y el adulto mayor no tenga que moverse para percibir cada olor.

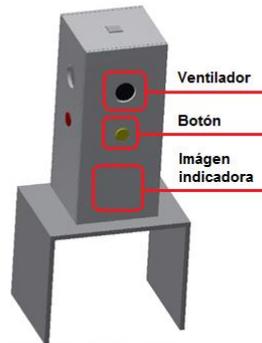
### **Especificaciones Técnicas:**

Longitud de 0,60 metros altura de 1,30 metros

Voltaje de alimentación 120 V / 60 Hz

### **Forma de uso**

El panel cuenta con las siguientes partes



**Figura 94: Partes del panel de olores**

El usuario presionará el botón indicador con luz led y el ventilador expulsará el olor correspondiente a la fragancia que el terapeuta haya escogido.

### **DUCHA DE FIBRA ÓPTICA**



**Figura 95: Ducha de fibra óptica**

**Descripción:** Es un elemento que cuenta con hebras largas de fibra óptica las cuales se manipulan con un control remoto, pueden cambiar de color automáticamente o a elección del terapeuta, emiten un brillo en toda su extensión. No existe ningún peligro en manipularlas ya que no transportan corriente eléctrica o calor.

#### **Especificaciones Técnicas:**

- Diámetro de cada fibra: 1 mm con punto de resplandor al final de cada fibra
- Cantidad de fibras: 300
- 3 metros de longitud.
- Voltaje de alimentación 120 V/ 60 Hz
- Potencia: 16 W

- Temperatura: -85 °C a 75 °C
- Incluye fuente generadora de luz para fibra óptica.
- Incluye control remoto

### Forma de uso

El equipo cuenta con un transformador a 12 V y su motor de luz propio



Figura 96: Controlador de luz

A continuación, se muestra las diferentes funcionalidades de control remoto



Figura 97: Control de la ducha de fibra óptica

## TUBO DE BURBUJAS



**Figura 98: Tubo de burbujas**

**Descripción:** Es un tubo de acrílico transparente que se encuentra lleno de agua, en la cual se generan pequeñas burbujas y cambia de colores mediante una botonera. El usuario puede elegir entre dos modos automático y manual.

#### **Especificaciones Técnica**

Altura de 1,80 metros

Diámetro del tubo de 15 centímetros

Voltaje de ingreso 120 V / 60 Hz

#### **Botonera**



**Figura 99: Control del tubo de burbujas**

La botonera controla el modo de cambio de color automático o manual. Tres de los botones sirven para cambiar el color del tubo a azul, verde o rojo y un cuarto botón sirve para el cambio automático de color. Se comunica mediante un cable hacia los tubos de burbujas.

## CORTINA DE ESTRELLAS



**Figura 100: Cortina de estrellas**

**Descripción:** Consta de un panel grande en donde se encuentran distribuidas fibras ópticas que brillan sobre la superficie del panel, cuentan con un control remoto que puede dar diferentes funcionalidades de la fibra óptica haciendo que esta cambie de color automáticamente o a elección del usuario, se puede regular la velocidad con la que cambian de color o la velocidad de parpadeo.

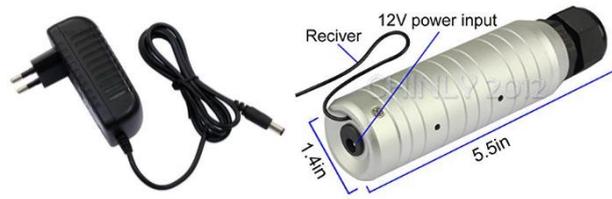
La idea con la cortina de estrellas es estimular la atención y el enfoque de los adultos mayores que al realizar actividades como tocarla, observar y manipularla logra un estímulo visual y táctil.

### **Especificaciones Técnica:**

- Voltaje de ingreso: 120 V/ 60 Hz
- Longitud de 2 metros de largo por 1 metro de altura.
- Incluye fuente generadora de luz para fibra óptica.
- Incluye control remoto

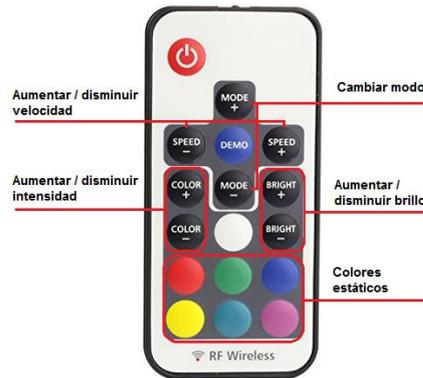
### **Forma de uso**

El equipo cuenta con un transformador a 12 V y su motor de luz propio.



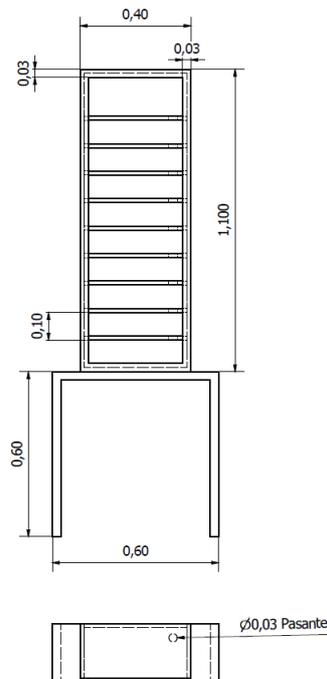
**Figura 101: Alimentación y control de luz**

A continuación, se muestra las diferentes funcionalidades de control remoto.

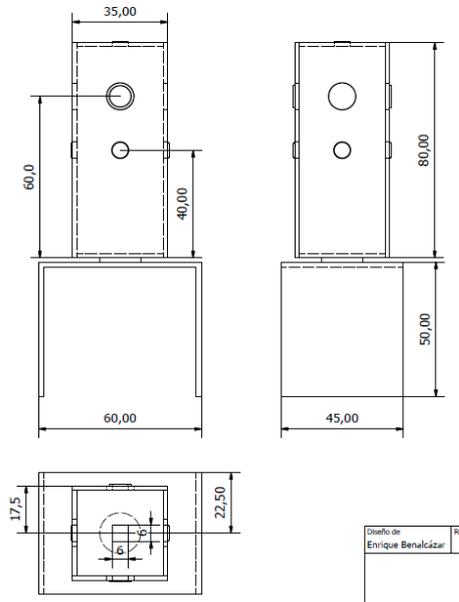


**Figura 102: Control de la cortina de estrellas**

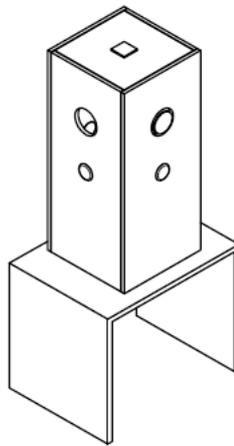
## APÉNDICE B: PLANOS DE LOS ELEMENTOS DE LA SALA MULTISENSORIAL



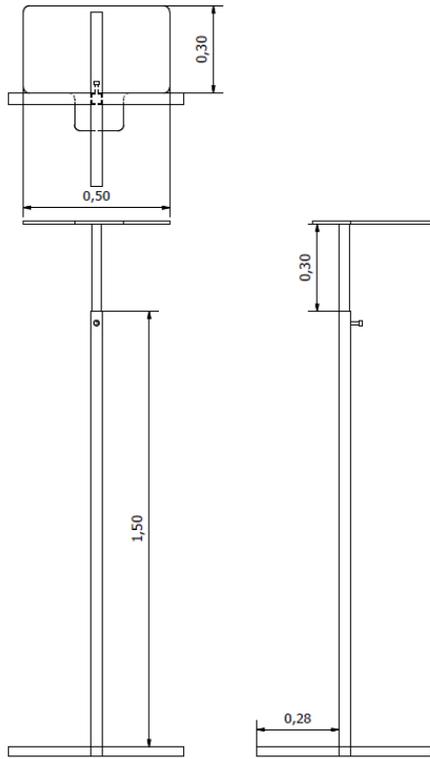
**Figura 103: Plano de la Escalera de Colores**



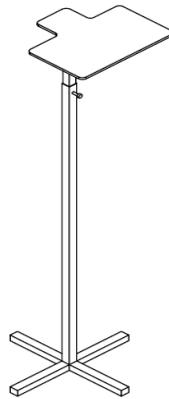
**Figura 104: Plano del panel de olores**



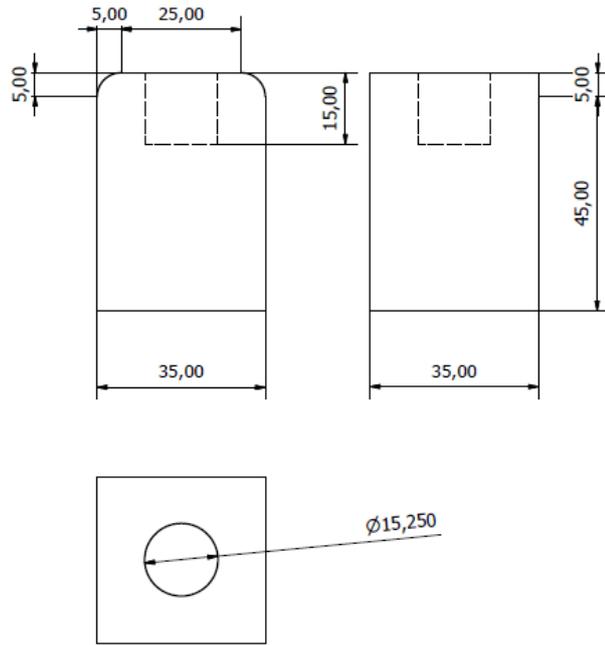
**Figura 105: Diseño del panel de olores**



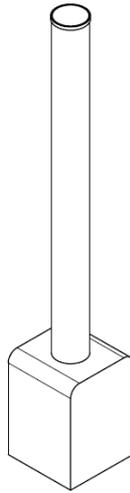
**Figura 106: Plano de la ducha de fibra**



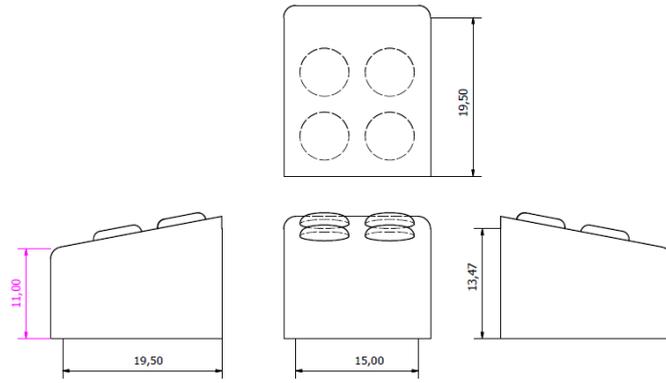
**Figura 107: Diseño de la estructura de la ducha de fibra**



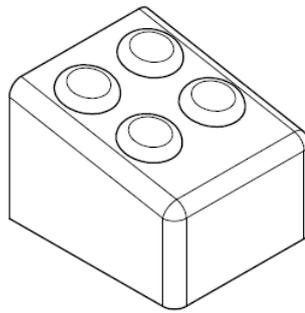
**Figura 108: Plano del soporte del tubo de burbujas**



**Figura 109: Diseño del tubo de burbujas**



**Figura 110: Plano del control del tubo de burbujas**



**Figura 111: Diseño del control de tubos de burbujas**

## APÉNDICE C: DISEÑOS PARA LOS CIRCUITOS IMPRESOS DE LOS ELEMENTOS

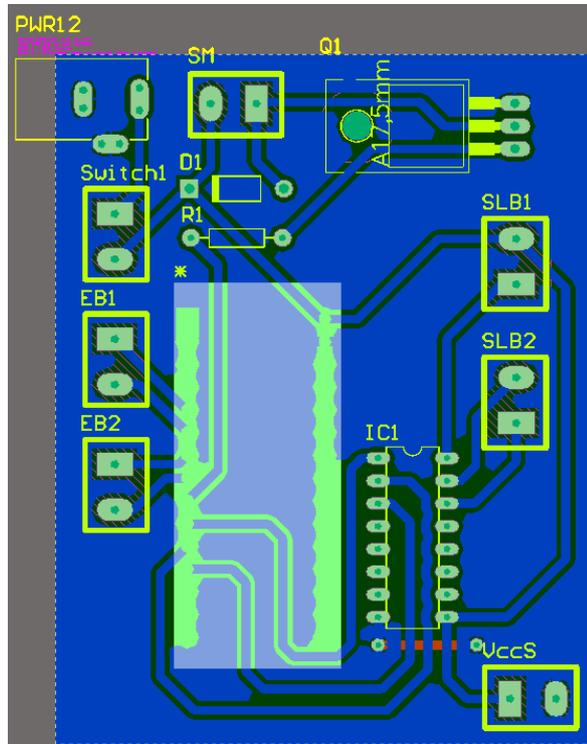


Figura 112: Diseño del circuito principal del tubo de burbujas

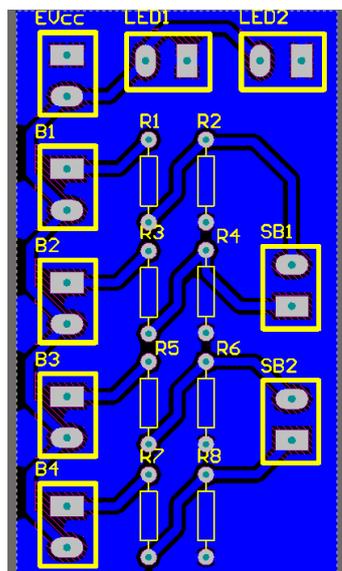


Figura 113: Diseño del circuito de la botonera

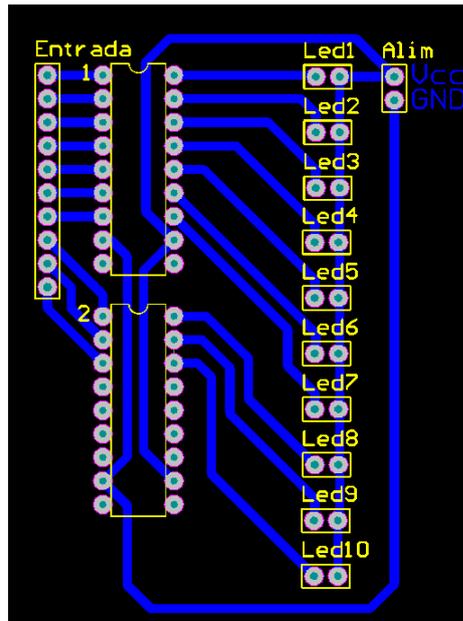


Figura 114: Diseño del circuito para la escalera de colores

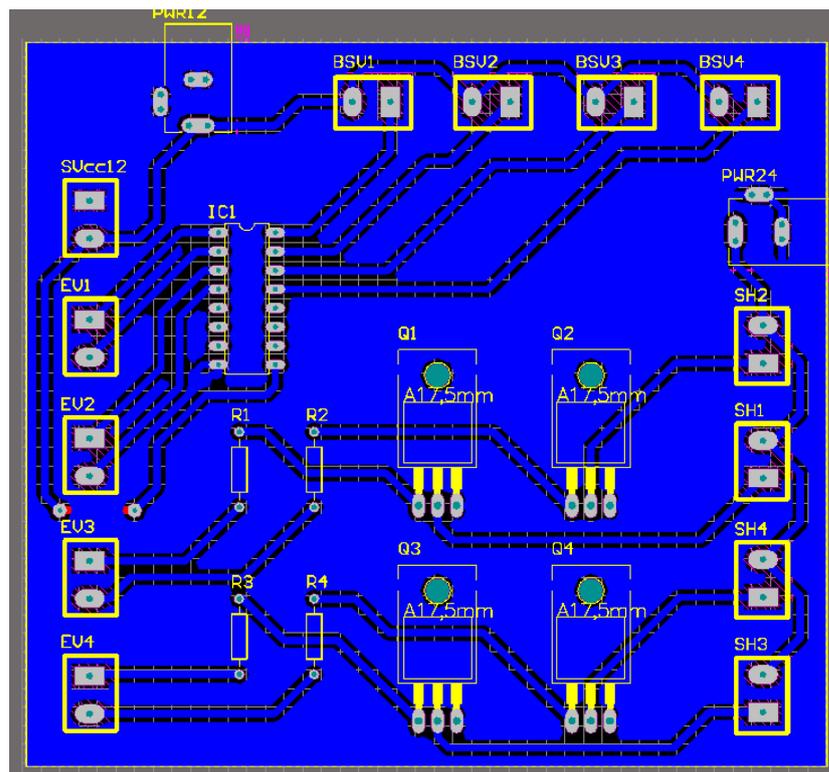


Figura 115: Diseño del circuito del panel de olores

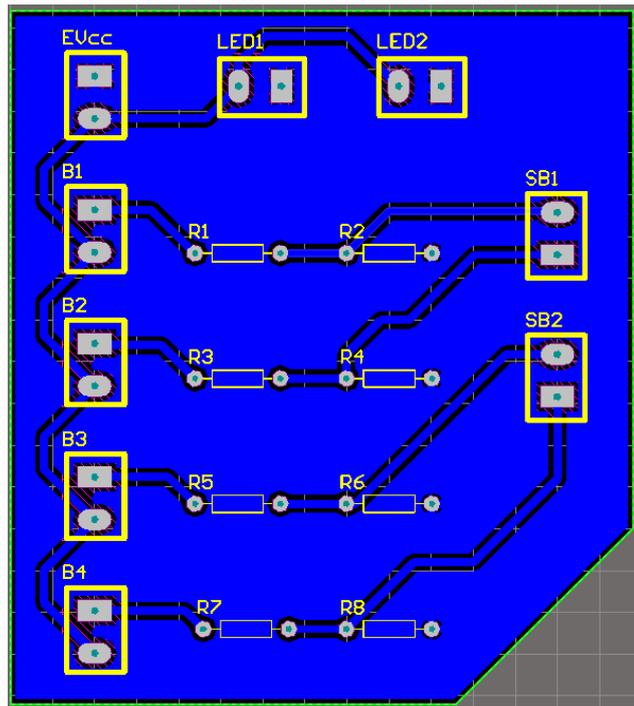


Figura 116: Diseño del circuito de los botones del panel de olores

## APÉNDICE D: PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SALA MULTISENSORIAL

Los costos de los equipos de una Sala Multisensorial que se pueden encontrar en el mercado se detallan en la Tabla 21.

<b>COSTO DE UNA SALA MULTISENSORIAL EN EL MERCADO</b>	
<b>Material</b>	<b>Costo</b>
Ducha de Fibra Óptica	\$ 1.500
Escalera de Colores	\$ 1.760
Panel de Olores	\$ 1.100
Tubo de Burbujas	\$ 1.380
Cortina de Estrellas	\$ 1.150
Ambientación	\$ 500
<b>*Costo total de la sala</b>	<b>\$ 7.390</b>
* El costo total no incluye IVA ni costos de importación	
** El costo total no contempla costos de implementación ni adaptación del espacio, únicamente costos de los dispositivos.	

**Tabla 21: Costos de los dispositivos de una Sala Multisensorial en el mercado**

En la Tabla 22 se muestra el presupuesto para una Sala Multisensorial implementado en la Universidad del Adulto Mayor.

<b>COSTO DE LA SALA MULTISENSORIAL PARA LA UNIVERSIDAD DEL ADULTO MAYOR</b>				
<b>Material</b>	<b>Costo Unida</b>	<b>Unida des</b>	<b>Costo Total</b>	<b>Costo de fabricación</b>
<b>Ducha de Fibra Óptica</b>				<b>\$ 450</b>
Luces de Fibra óptica	150	1	150	
Importación			100	
Estructura de madera	200	1	200	
<b>Escalera de Colores</b>				<b>\$ 303</b>
Estructura de madera	100	1	100	
Materiales electrónicos PCB		2	36	
Parlante	15	1	15	
Micrófono	25	1	25	
Fuente de alimentación	25	1	25	
Luces leds RGB	10	5	50	
Cables			31	
Fabricación PCB			21	
<b>Panel de Olores</b>				<b>\$ 368</b>
Estructura de madera	100	1	100	
Materiales electrónicos PCB		2	40	
Botones tipo domo (I)	5	4	20	
Arduino Nano	20	1	20	
Atomizadores (I)	6.25	4	25	

Cables			18	
Ventiladores	3.75	4	15	
Fuente alimentación	15	2	30	
Importación			100	
<b>Tubo de Burbujas</b>				<b>\$ 535</b>
Estructura de madera	120	1	120	
Materiales electrónicos		2	40	
Botones tipo domo (I)	5	4	20	
Arduino Nano	20	1	20	
Motor burbujas	15	1	15	
Leds RGB	5	2	10	
Tubo de acrílico	112	1	112	
Válvula	4	1	4	
Importación			150	
Fuentes	20	1	20	
Cables			15	
Conectores	2.5	2	5	
Tubo para aire	1	4	4	
<b>Cortina de Estrellas</b>				<b>\$ 350</b>
Luces de Fibra óptica	150	1	150	
Importación			150	
Estructura	50	1	50	
<b>Ambientación</b>				<b>\$ 165</b>
Leds RGB	10	4	40	
Vidrio			17	
Tornillos y tacos			3	
Canaletas			25	
Cables			35	
Control	10	1	10	
Fuente de alimentación	15	1	15	
Caja de paso 20x20	11	1	11	
Silicón			9	
<b>*Costo total de la sala</b>				<b>\$ 2.171</b>

\*El costo total no contemple costos de personal, únicamente el costo de los materiales

**Tabla 22: Costos de los dispositivos de la Sala Multisensorial para la Universidad del Adulto Mayor**