



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS
PARA UNA
SALA MULTISENSORIAL”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:

JUAN JOSÉ VIDAL CÁRDENAS

Director:

Ing. OMAR SANTIAGO ALVARADO CANDO, Msc

CUENCA – ECUADOR

2023

IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS PARA UNA SALA MULTISENSORIAL.

Este artículo presenta la implementación de la sala multisensorial basada en el vínculo de varios equipos electrónicos formando sistemas para potencializar cada uno de nuestros sentidos. La unión de estos equipos provoca el desarrollo de los estímulos multisensoriales de cada persona por medio del tacto, la visión, el oído, el olfato y la memoria. Juegos de luces, patrones lumínicos y código de programación son la base de la construcción de cada uno de los equipos que contribuyen al tratamiento de patologías y desarrollo de sentidos donde se obtiene como resultado conductas nuevas en pacientes que son guiados por profesionales terapéuticas por medio de circuitos o secuencias dentro de la sala.

Palabras clave: sala multisensorial, estímulos, sistemas



Escaneado electrónicamente por:
DANIEL ESTEBAN
ITURRALDE PIEDRA

Ing. Daniel Iturralde Piedra Ph.D.

Coordinador de Carrera.

Mst. Ornar Alvarado

Director de trabajo de Titulación.

Juan José Vidal Cardenas
Autor

IMPLEMENTATION OF ELECTRONIC EQUIPMENT FOR A MULTISENSORY ROOM.

This article presents the implementation of the multisensory room based on the linkage of various electronic equipment forming systems to enhance each of our senses. The union of this equipment provokes the development of multisensory stimuli for each person through touch, vision, hearing, smell and memory. Games of lights, light patterns and programming code is the basis of the construction of each of the equipment that contributes to the treatment of pathologies and development of senses where new behaviors are obtained in patients that are guided by therapeutic professionals through circuits or sequences within the room.

Keywords: Multisensory room, Stimuli, systems.



Firmado electrónicamente por:
DANIEL ESTEBAN
ITURRALDE PIEDRA

Ing. Daniel Iturralde Piedra Ph.D.

Coordinador de Carrera.

Major coordinator

Mst. Omar Alvarado

Director de trabajo de Titulación.

Degree project director

Juan José Vidal Cardenas

Autor

Author



IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS ELECTRÓNICOS PARA UNA SALA MULTISENSORIAL.

Juan José Vidal Cárdenas
Escuela de Ingeniería Electrónica
Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad del Azuay
Cuenca, Ecuador.
e-mail: juanovidal91@gmail.com

Resumen. - Este artículo presenta la implementación de la sala multisensorial basada en el vínculo de varios equipos electrónicos formando sistemas para potenciar cada uno de nuestros sentidos. La unión de estos equipos provoca el desarrollo de los estímulos multisensoriales de cada persona por medio del tacto, la visión, el oído, el olfato y la memoria. Juegos de luces, patrones lumínicos y código de programación es la base de la construcción de cada uno de los equipos que contribuye al tratamiento de patologías y desarrollo de sentidos donde se obtiene como resultado conductas nuevas en pacientes que son guiadas por profesionales terapéuticas por medio de circuitos o secuencias dentro de la sala.

Palabras clave: sala multisensorial, estímulos, sistemas, sentidos, equipos, necesidades educativas.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente debido a la reciente pandemia que atravesó el mundo varios centros de desarrollo y terapia infantil cerraron sus puertas para precautelar la salud de niños y niñas, también surgió un modo de educación online que abarca todas las áreas de desarrollo, sin embargo, no las atiende en su totalidad por que se crea la necesidad inmediata de atención física a estudiantes vulnerables con necesidades asociadas o no a una discapacidad

Las herramientas tecnológicas de hoy en día, con el personal capacitado adecuado, pueden ayudar a la integración de equipos electrónicos conjuntamente con el aprendizaje, para que potencien diferentes áreas de desarrollo mediante la estimulación sensorial en ambientes controlados mejorando la calidad de vida de los usuarios [1].

El desarrollo de personas con o sin discapacidad depende en gran medida de la cantidad de estímulos a las que cada ser humano es expuesto, un aula multisensorial es un espacio

donde se puede potenciar de manera íntegra al usuario [2].

Los entornos multisensoriales han demostrado mejorar las áreas de desarrollo de los niños, aumentando la capacidad de concentración, mejorando la movilidad, el estado de alerta, los problemas de conducta, la percepción, el dolor, etc. Ofreciendo una opción para el disfrute de la vida mediante el uso de equipos adecuados para potenciar sentidos [3].

Entre las múltiples aplicaciones a patologías que ofrece una sala multisensorial bajo el conocimiento y supervisión adecuada está el tratamiento de trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH), Alzheimer, Accidente Cerebro Vascular, Trastorno del espectro autista (TEA), Síndrome de Down (SD), Parálisis Cerebral infantil (PCI), Cuidados Paliativos, Discapacidad Intelectual, etc., de igual manera dependiendo del uso que se lo quiera dar en general puede ser beneficioso para problemas de aprendizaje, estimulación temprana y demencia en adultos mayores [4].

Para el tratamiento de las diferentes patologías o beneficios de una sala de estimulación multisensorial existen 3 ambientes: sala blanca donde la estimulación es pasiva y dirigida hacia alguna actividad en donde resalta la iluminación y se trata propiamente el sentido auditivo y de relajación; sala de aventura basada en objetos de diferentes tamaños y colores para la estimulación perceptivo-motora y la sala negra caracterizada por los colores lumínicos que sobresalen y hacen captar mayormente los problemas de atención [1] [4].



Figura 1. Sala Negra.

En base a las múltiples aplicaciones y usos de una sala de estimulación multisensorial y conociendo las necesidades educativas pudiendo o no estar asociadas a una discapacidad se desarrolló, diseñó, y puso en operación 5 equipos para potenciar varios sentidos con el objetivo de poder mejorar la calidad de vida del usuario y de los seres que los rodean.

Mediante la implementación de los equipos en la sala se busca desarrollar y/o potenciar el desarrollo de los niños, mediante la guía adecuada de profesionales del área de Estimulación Multisensorial capacitados en el uso adecuado de estos equipos, cabe recalcar que para el apropiado uso de dichos equipos es necesario una capacitación y pleno conocimiento de cómo funcionan, en qué tipo de actividades y terapias se pueden aplicar para evitar un sobre estímulo en niños o personas en las cuales se podría producir cansancio, aburrimiento o retroceso en aprendizajes al recibir demasiada información.

II. ESTADO DEL ARTE

El artículo desarrollado en [5] presenta cómo implementar un aula de estimulación de manera que se pueda potenciar la parte neurológica de los infantes, espacios físicos, materiales que pueden ser utilizados y la manera de interpretar las diferentes reacciones y respuestas. Parte de este proyecto se inicia con la implementación física del área donde se encuentra la sala de estimulación, los materiales que fueron utilizados y una descripción detallada de los sentidos que se ven involucrados al poner en uso este espacio. Estimulación táctil por medio de texturas; estimulación visual por medio de material fosforescente, variedad de luces y linternas; estimulación auditiva con grabadoras de audio y CD; estimulación olfativa por medio de gavetas con colores y aromas. Estos espacios han permitido el uso de materiales que se tienen

en la cotidianidad y llevarlos a aprendizajes de estimulación de algunos sentidos, trabajando de manera centrada en el sentido visual con resultados muy halagadores y gozando de nuevas herramientas didácticas con perspectivas a mejorar el trabajo técnico.

En [6] se realizan múltiples estudios sobre la estimulación y salas de estimulación se propone por parte de la Dra. María Del Carmen Carabazo que un espacio así debe contar con iluminación, vibración, múltiples colores, conexiones eléctricas, suelos acolchados y decoración. La forma de utilizar la sala depende del tipo de estimulación que se va a emplear a los usuarios, ya sea como método de evaluación o como intervención y dependiendo de aquello se puede tomar en cuenta diferentes deficiencias como Autismo e hiperactividad, Síndrome de Dandy Walker, Parálisis Cerebral, Deficiencia Intelectual, entre otros. Las deficiencias pueden ser trabajadas con diferentes texturas, suelos con efectos musicales, colores, diferentes tipos de vibración, estímulos auditivos, visuales y táctiles, en resumen, todo aquel elemento que pueda causar sensaciones en el cuerpo.

Según [7] señala que es adecuado poseer una zona de control desde donde el profesional pueda tener la capacidad de limitar recursos de los equipos por medio de un ordenador, donde se pueda acceder al control del mismo, a encender y apagar un proyector, tablet, hojas de registro, interruptores de luces, etc. Posterior a ello se realiza una descripción de cada uno de los equipos que se van a utilizar dando como resultado que se puede obtener una atención del 100% y llegar a obtener un estado de relajación o tratar casos de hiperactividad llevados por un shock de sobreestimulación que puede ser dejarse llevar por la sala y aprovechar el espacio.

En [8] durante una sesión de estimulación multisensorial por medio de una sala Snoezelen, se realizó un estudio con 3 grupos de 18 sujetos con Traumatismos Craneoencefálicos, Parálisis Cerebral y sujetos de control respectivamente para evidenciar la actividad de una electroencefalografía (EEG) mediante técnicas de relajación dentro de la terapia antes, durante y después. Al realizar la toma de datos con la exploración neurofisiológica se obtienen señales eléctricas que varían de 5 a 200uV, motivo por el que deben ser amplificadas para la obtención de una onda por medio de electrodos, ubicados en el Fp (fronto-polar), F (lóbulo frontal), O (lóbulo

occipital), P (lóbulo parietal), T (lóbulo temporal) y C (zona central) que son interpretados según las necesidades de los usuarios. En cada uno de los casos sobre diferentes tipos de estimulación en una sala Snoezelen se llega a la conclusión de que se afecta a la actividad eléctrica cerebral y que los pacientes con traumatismo craneoencefálico y de control son muy similares, mientras que los de parálisis cerebral difieren completamente de los otros.

De acuerdo a [9] en el que el objetivo principal es integrar equipos de bajo costo open source, dispositivos IoT, herramientas como OpenHab Home Assistant en una sala tales como:

- Luz Philips Hue dispositivo que crea conexiones entre luces Philips regulables con 3 horas de autonomía y conexión entre bombillas mediante WiFi.
- Altavoz inteligente Google Home que resulta ser un asistente tipo agenda similar a dispositivos para interactuar por medio de preguntas básicas y controlar otros dispositivos mediante redes WiFi.
- El Enchufe inteligente Xiaomi MI Smart Power Plug se trata de un dispositivo que controla otros dispositivos en modo on/off por medio de WiFi.

La forma en la que se plantea crear una sala de estimulación multisensorial es mediante la adquisición de varios equipos fáciles de configurar y conectarlos entre sí dependiendo de las necesidades de los pacientes siempre guiados por una persona capacitada, para aquello, sabiendo que en la actualidad existen varios equipos propiamente diseñados para estimulación multisensorial que resultan ser demasiado costosos adquirirlos, se utilizan entornos fácilmente controlables y que sean open source.

Dentro de [10] se propone la utilización del PIC16F628A como centro del proyecto para la implementación de dispositivos que pueden ser utilizados por personas que sufren algún tipo de discapacidad o problemas de aprendizaje. El diseño del equipo presenta el uso de un módulo WTM-SD de audio que se comunica por modo serial al PIC por RS232 además éste cuenta con un módulo de comunicación inalámbrica por

medio TWS-434A para transmisión y un RWS-434S para recepción de datos.

Acorde a las necesidades de los niños se efectuó un equipo con salida de audio para estimulación auditiva, un conjunto de leds y pulsantes que poseen audio y pueden ser intercambiables, además se encuentra controlado por dispositivos inalámbricos y un sistema de amplificación controlado vía inalámbrica logrando así la creación de un equipo de bajo coste para estimulación [10].

III. METODOLOGIA

El modelo en el que se basó la programación de cada uno de los equipos es en la plataforma de creación de prototipos electrónicos de código abierto.

A continuación, se detalla de la Tabla I a la V, las condiciones y funcionalidades de cada uno de los equipos, qué acciones se pueden realizar, requisitos no funcionales y características generales.

A. Operatividad

TABLA I: TUBO DE BURBUJAS.

FUNCIONAMIENTO	
Nombre	Tubo de Burbujas
Descripción	Visualización de burbujas de colores
Acción	- Es posible iniciar únicamente con burbujas - Al presionar un botón cambian los colores - Se cambia de color con desvanecimiento.

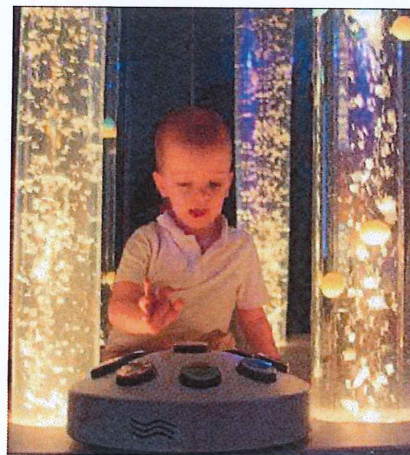


Figura 2. Tubo de burbujas [12].

TABLA II: COBIJA VIBRATORIA.

FUNCIONAMIENTO	
Nombre	Cobija vibratoria
Descripción	Vibración y luces sincronizadas
Acción	Al encender el equipo vibra y cambia de color

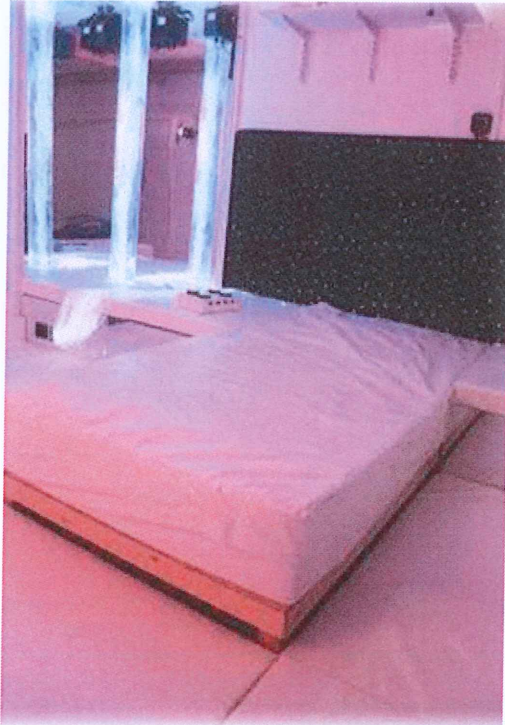


Figura 3. Cobija vibratoria [12].

TABLA III: PANEL DE OLORES.

FUNCIONAMIENTO	
Nombre	Panel de Olores
Descripción	Expulsión de olores y encendido de luces
Acción	- Al encender el equipo no se realiza ninguna acción - Al presionar un botón se enciende una luz y expulsa un olor.

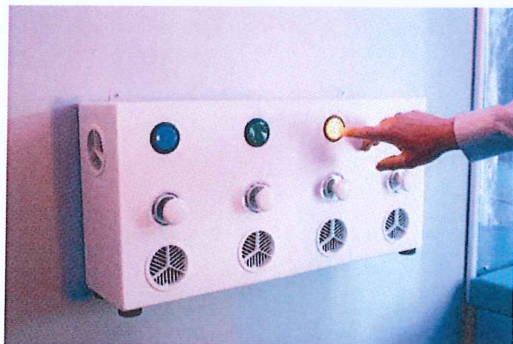


Figura 4. Panel de Olores [12].

TABLA IV: MESA CON ILUMINACIÓN RGB.

FUNCIONAMIENTO	
Nombre	Mesa con iluminación RGB
Descripción	Espejos sin fin con sincronía
Acción	- Al encender el equipo no se realiza ninguna acción - Al presionar un botón se enciende una luz y recorre el contorno de la mesa - Al presionar otro botón cambia de color



Figura 5. Mesa de iluminación RGB [13].

TABLA V: PANEL DE MEMORIA CON ILUMINACIÓN Y AUDIO

FUNCIONAMIENTO	
Nombre	Panel de Memoria con iluminación y audio
Descripción	Al encender el equipo se escuchan las instrucciones
Acción	-Replicar la secuencia 1 -Replicar la secuencia 2 -Replicar la secuencia 3



Figura 6. Panel de memoria [12]

B. Descripción y Funcionamiento

1. Tubo de Burbujas.

Está constituido por un tubo de acrílico transparente e iluminado desde su parte inferior por donde se expulsan burbujas hacia la parte de arriba que son controladas por un motor tipo pecera y luces de 4 colores que se desvanecen al presionar 4 pulsantes tipo joystick robustos y de larga duración, este tubo interactivo proporciona estimulación a la vista y a la concentración, la fijación y seguimientos de las burbujas [14].

El funcionamiento del equipo se basa en 4 entradas conectadas al Arduino nano que corresponden a 4 pulsantes y 2 salidas PWM, una para control del motor de pecera y la otra para el juego de luces conectado a un módulo relé que permite el control de las mismas, adicionalmente se encuentra siempre activo un ventilador para dispersar el calor que puede proporcionar el constante uso de la bomba y un fusible como medida de seguridad ante variaciones de voltaje que pueda sufrir el equipo y protección de la placa y el Arduino.

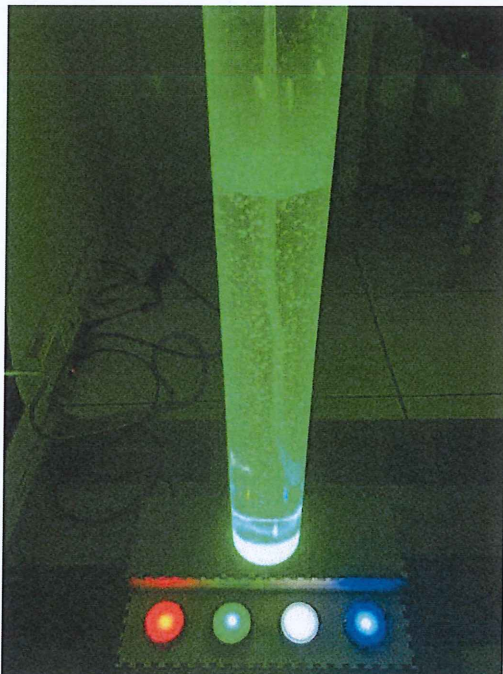


Figura 7. Tubo de burbujas.

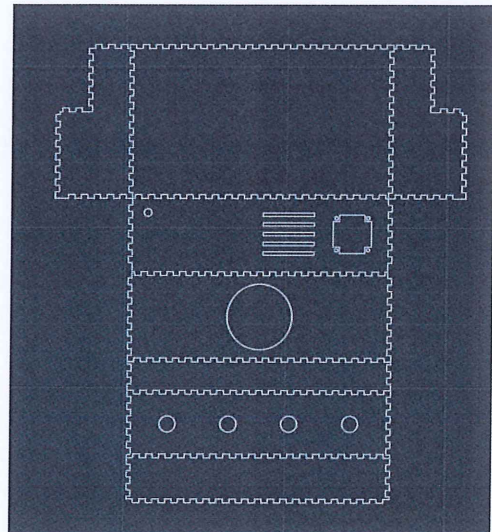


Figura 8. Diseño de la estructura de la caja del tubo de burbujas, programa Autocad.

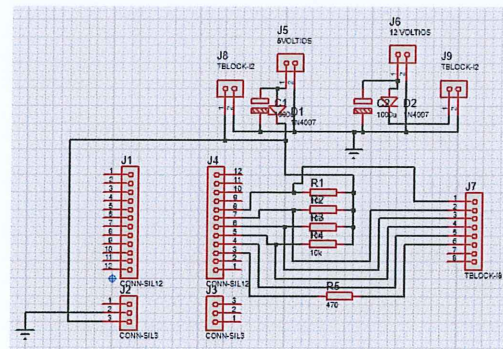


Figura 9. Diseño del Circuito del tubo de burbujas en Programa Proteus 8 Profesional.

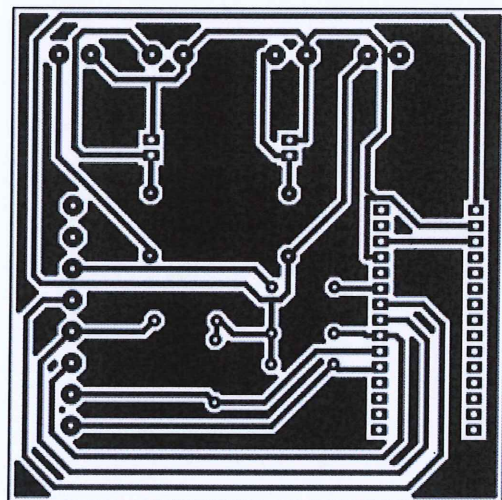


Figura 10. Diseño PCB del Tubo de Burbujas.

2. Cobija vibratoria.

El equipo se encuentra compuesto por 3 Tiras Led y 3 motores de vibración que se activan a 6V y 3V cada uno. Los motores se encuentran encapsulados sobre una impresión 3D para mayor control dentro de la cobija o textil, mismo

que se encuentra programado en un LilyPad Arduino diseñado exclusivamente para prendas y vestuarios basado en el microcontrolador ATmega32U4 y controlado por 6 PWM, al igual que todos los equipos su diseño está protegido por un fusible [14].

La cobija de vibración es utilizada para la relajación del usuario y el desarrollo de la parte motriz, al conectar el equipo directamente este realiza una vibración no controlada si hablamos de frecuencia de vibración, se activa uno de los 3 sectores de la cobija conjuntamente con la tira Led, después de realizar esta acción se activa el siguiente motor y las luces led durante intervalos de tiempo programables en el LilyPad.



Figura 11. Cobija de vibración.

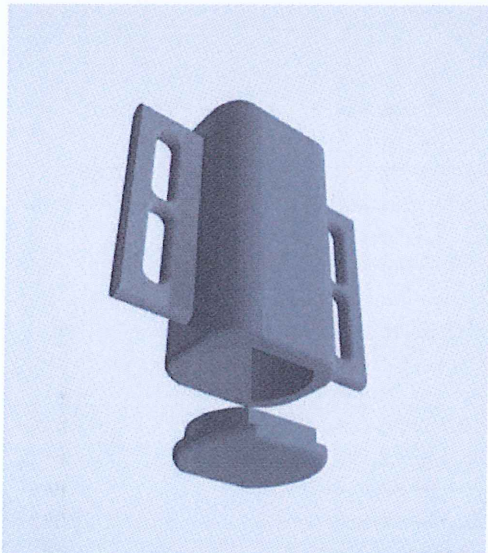


Figura 12. Diseño 3D del encapsulado de los motores de vibración, programa Inventor.

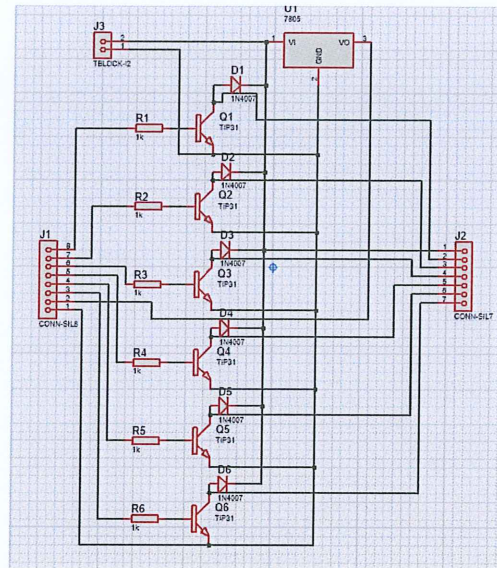


Figura 13. Diseño Cobija de vibración en Programa Proteus 8 Profesional.

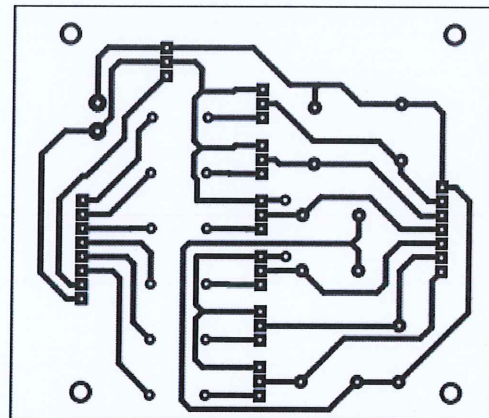


Figura 14. Diseño PCB del Tubo de Burbujas.

3. Panel de Olores

El equipo se encuentra constituido por 4 botones joystick de colores que al presionar activa 4 bombas que extraen líquido desde recipientes y al realizar esto se activa un 5to actuador que expulsa el olor en forma de ventilador controlado por un relé, este equipo esencialmente estimula tacto, vista y olfato, cabe mencionar que ninguno de los equipos son utilizados de forma individual o para estimular uno solo de los sentidos si no son utilizados a forma de circuitos y a doble propósito, desarrollar actividades de estimulación o de necesidad educativa y de recompensa o relajación al obtener respuestas positivas por parte de los pacientes.

Este equipo está compuesto por 4 entradas que representan los pulsantes que se encuentran conectados directamente al Arduino,

además 4 bombas de agua para vehículo que funcionan a 12V conjuntamente trabajando con los módulos relés para su activación, consta también de una segunda fuente de poder para alimentar el Arduino y activar mediante 4 transistores los focos leds de cada pulsante, finalmente un último módulo relé que controla el ventilador colocado en la parte superior del equipo por donde expulsa el olor.

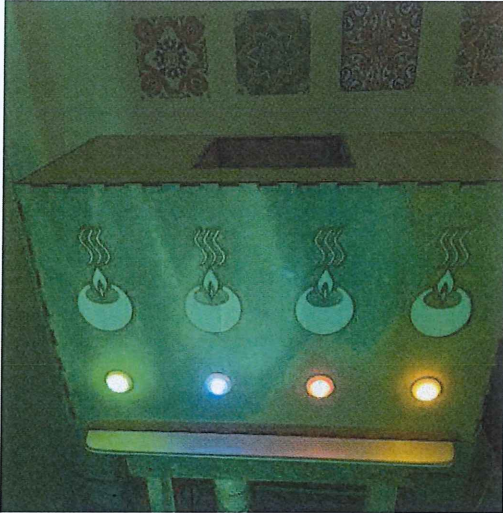


Figura 15. Panel de Olores.

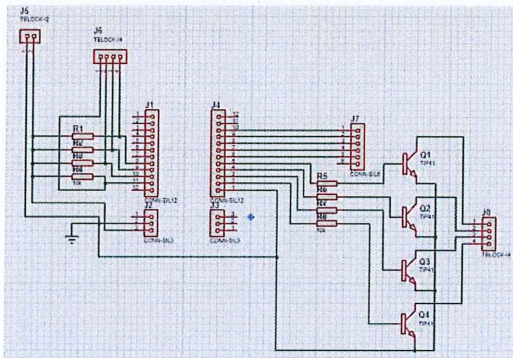


Figura 16. Diseño circuito panel de Olores en Programa Proteus 8 Profesional.

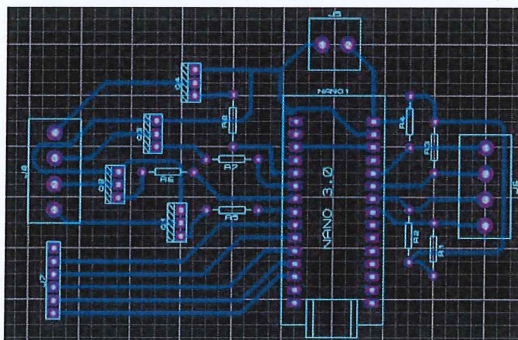


Figura 17. Diseño PCB panel de Olores en Programa Proteus 8 Profesional.

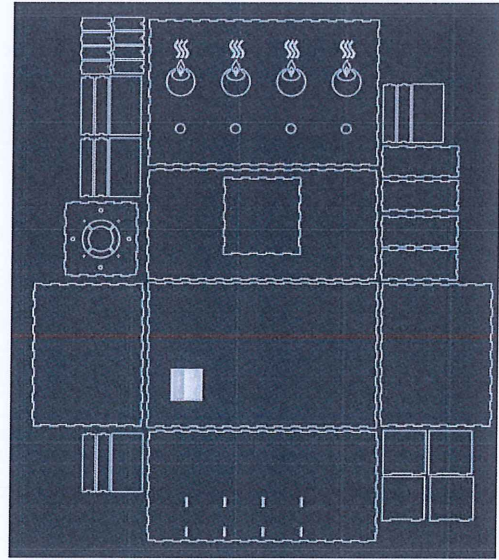


Figura 18. Diseño del Panel de memoria, programa Autocad.

4. Mesa con iluminación RGB

Este equipo sirve para fortalecer la motricidad fina ya que en la mesa se puede colocar algún material sobre ella y realizar ejercicios de grafo motricidad estimulando vista y tacto, al mismo tiempo que se fortalece la coordinación óculo manual creando atención y concentración al utilizar este recurso.

Este equipo está compuesto por 4 entradas que son los pulsantes tipo joystick los cuales poseen una resistencia para evitar rebotes en estado de reposo o negativo al presionar se envía una señal al Arduino analiza la acción se activa la tira LED Smart WS2812 conjuntamente con una resistencia como protección, en base a la programación establecida en el microcontrolador se enciende la secuencia de LED y se logra una difuminación del cambio de color, no directo del color azul al rojo si no pasando por diferentes tonalidades hasta llegar al color pulsado [16].

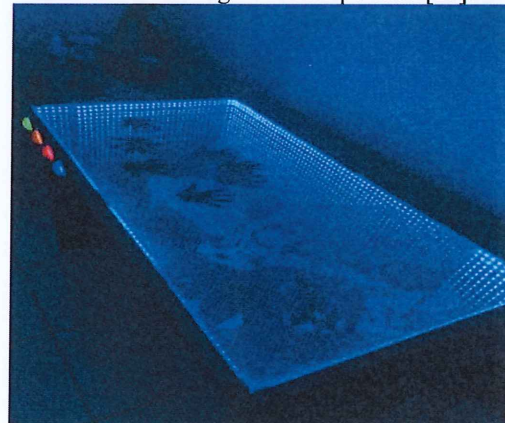


Figura 19. Mesa de iluminación RGB.

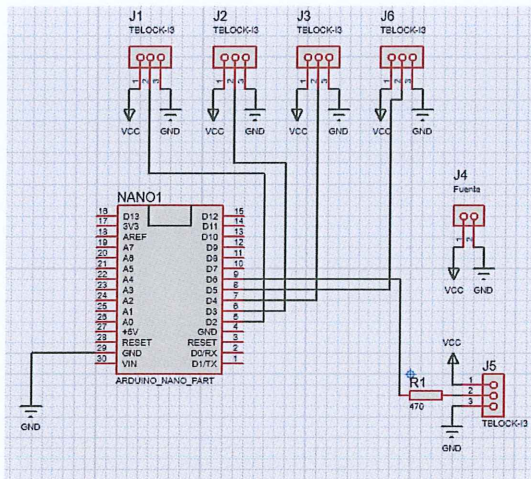


Figura 20. Diseño circuito Mesa con iluminación RGB en Programa Proteus 8 Profesional.

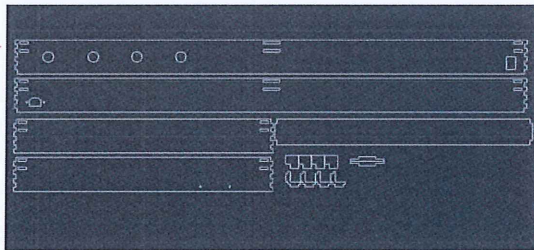


Figura 21. Diseño de la estructura de la caja de la mesa de iluminación RGB, programa Autocad.

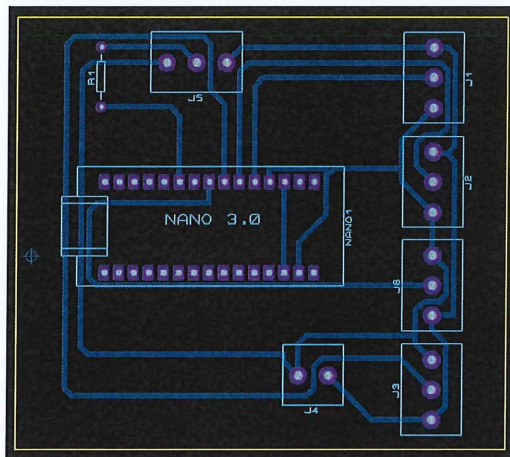


Figura 22. Diseño PCB mesa de iluminación RGB.

motricidad gruesa al utilizar los músculos grandes del cuerpo pies o manos y coordinación óculo manual

Construido por 6 pulsantes de entrada, ya que van a ser pulsados con manos y pies se han colocado dispositivos piezoeléctricos que envían valores analógicos desde 0 a valores altos en Megohmios donde se coloca una resistencia a forma de crear un partidor de tensión para recibir la señal al microcontrolador, entre valores positivos o negativos la programación del Arduino se hace una lectura y comparación, y comanda a la salida para visualizar si la secuencia fue o no correcta las tiras Leds WS2812 han sido programadas con valores iguales de resistencia para que el color sea igual, todo verde (Correcto) o todo rojo (Incorrecto) al obtener el resultado de la secuencia se compara si está correcto al Audio 1 y si esta incorrecto al Audio 2 del DF Player el cual por medio de pulsaciones PWM reproduce cualquier audio almacenado en una tarjeta micro SD esta salida va conectada al parlante 1 y parlante 2 del de 30 vatios para poder ser escuchada [17] [18].

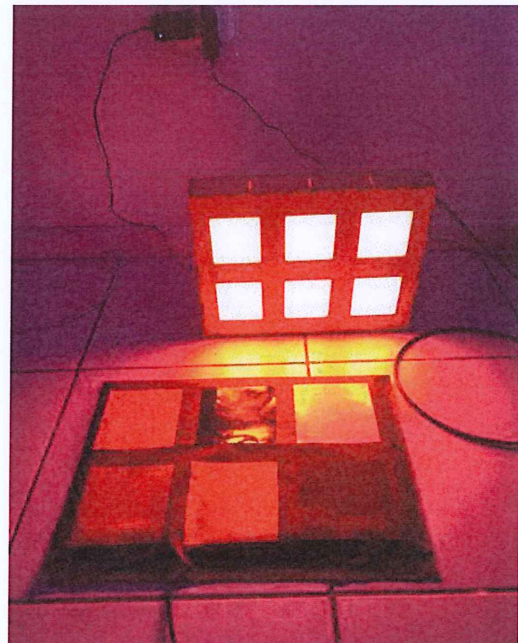


Figura 23. Panel de Memoria.

5. Panel de Memoria.

Mediante el uso de este equipo se trabaja la memoria ya que el mismo entrega secuencias aleatorias de colores que deben ser replicados por medio de pulsantes. Para ejercitar este sentido se estimula la concentración, ya que el usuario debe estar concentrado para visualizar la secuencia que debe ser replicada, nociones del lugar donde se encuentra ubicado el panel de luces y la alfombra donde se encuentra cada color en relación a su propio cuerpo además de trabajar la

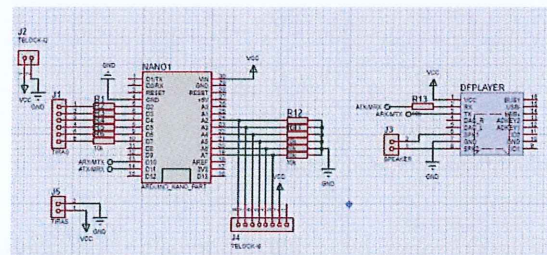


Figura 24. Diseño Panel de memoria en Programa Proteus 8 Profesional.

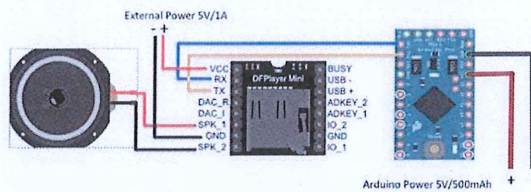


Figura 25. Esquema del módulo reproductor DF Player Mini.

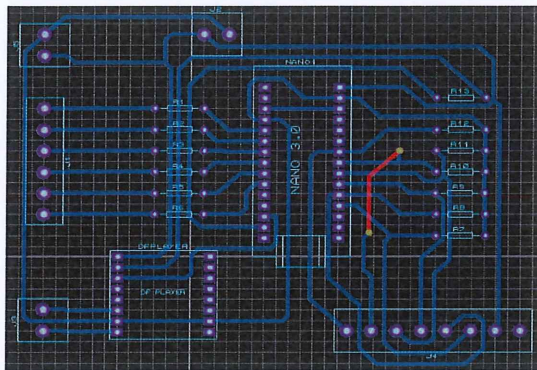


Figura 26. Diseño PCB del Panel de memoria.

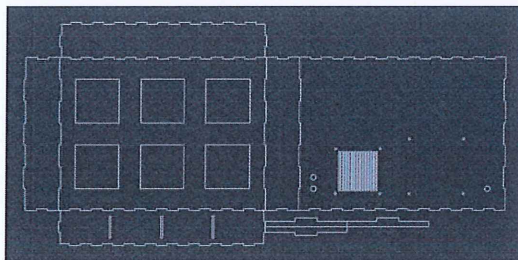


Figura 27. Diseño del Panel de memoria, programa Autocad.

IV RESULTADOS

Antes de realizar una validación de cada uno de los equipos se realizaron pruebas de hardware y capacitación de cómo utilizar los equipos para que con ellos se puedan poner a prueba circuitos guiados de estimulación a profesionales del área de estimulación.

PRUEBA DE HARDWARE

1.- Tubo de Burbujas

La construcción del equipo se basa en un tubo de acrílico conectado a una bomba de aire, en cuya parte inferior se encuentra una tira de LED programables WS2812 la cual al presionar un pulsante tipo joystick de alta durabilidad y resistencia se puede observar cambios de color en el tubo y en las burbujas. Parte del equipo que se encuentra expuesta a la motricidad como lo son

los pulsantes están constituidos por materiales robustos.

El PCB del equipo fue construido mediante un equipo CNC y con un fusible para cortes de energía eléctrica que puedan existir con la finalidad de proteger la integridad del equipo y del usuario.

El equipo se ha encontrado en uso constante durante periodos de tiempo prolongados de aproximadamente 1 hora por un tiempo de 4 meses 2 veces por semana sin presentar ningún problema, cada Led y pulsantes funcionan correctamente al ser accionado por niños o por el administrador del equipo.

2.- Cobija de vibración

La construcción electrónica de este equipo se encuentra encapsulado en una caja donde el circuito de control principal no tiene visualización con el usuario, únicamente se puede observar el microcontrolador, los motores de vibración se encuentran de igual manera encapsulados en impresiones 3D para mayor control físico de los mismos y a su vez el cableado de las tiras LED al interior de una esponja con protector de cable que puede ser extraído para limpieza de la cobija.

El equipo ha permanecido encendido por varias horas sin presentar desgaste o pérdida de luminosidad en las tiras led, de igual manera los motores encapsulados continúan vibrando, se ha podido lograr una estabilidad en este sistema gracias a la calibración de los motores para que no se calienten ni causen daños a una frecuencia de 1.25Khz con un ancho de pulso de 0.8 ms.

3.- Panel de Olores

El funcionamiento del equipo depende de cuan llenos se encuentren los 4 recipientes con aromas, ya que al presionar cada pulsante se activa una bomba y expulsa por medio de mangueras una fragancia, los pulsantes colocados son de alta durabilidad y las bombas instaladas son bastante robustas, similares a las que se utilizan en los limpiaparabrisas de los vehículos.

El equipo ha permanecido en funcionamiento 2 meses sin presentar daño o desgaste en sus componentes.

4.- Mesa de iluminación RGB

El equipo físicamente tiene gran peso por el espesor del vidrio colocado y lo robusto del armazón ya que es capaz de soportar el peso de un niño de 3 años. Los pulsantes son tipo joystick y no presentan desgaste alguno después de un periodo de uso de 5 meses, de igual manera las tiras LED programables son las WS2812 que no han perdido su luminosidad, además cuenta con un fusible para evitar el daño del microcontrolador al ocurrir una variación de voltaje.

5.- Panel de Memoria

El equipo se encuentra a prueba durante 1 mes aproximadamente, los pulsantes se encuentran constituidos por sensores piezoeléctricos forrados con una membrana gruesa de plástico resistente a pisadas y al accionamiento con las manos, el panel donde se visualiza el accionamiento correcto o incorrecto está formado por las mismas membranas de plástico en cuyo interior del equipo están tiras LEDs WS2812 y un fusible como medida ante variaciones de voltaje.

Aceptación y validación de los equipos.

La aprobación sobre el uso y validación de los cinco (5) equipos construidos fue realizado por parte de profesionales del área de Educación Inicial y Estimulación Temprana e Intervención Precoz, quienes realizaron evaluaciones diagnósticas a un grupo de 7 niños y en base a sus resultados y necesidades programaron terapias multisensoriales durante 2 meses y medio aproximadamente para potencializar las distintas áreas de desarrollo.

TABLA VI
SENTIDOS A DESARROLLAR

	TUBO DE BURBUJAS	MESA DE LUZ INFINITA	PANEL DE OLORES	PANEL DE MEMORIA	COLCHÓN VIBRATORIO
NN 1 sin NEE	Atención Relajación Propiocepción Seguimiento y estimulación visual Estimulación táctil	Atención Motricidad fina Coordinación óculo manual	Relajación Asociación Memoria	Potencia habilidades cognitivas Mejora la concentración Aumenta la memoria a corto plazo	Relajación Propiocepción Estimulación táctil Concentración
NN 2 sin NEE	Atención Relajación Propiocepción Seguimiento y estimulación visual Estimulación táctil	Fortalecimiento de la escritura Atención	Relajación Asociación Memoria	Secuencias	Relajación Propiocepción Lenguaje Concentración
NN 3 sin NEE	Relajación Seguimiento y estimulación visual y táctil	Grafomotricidad Concentración Coordinación óculo manual	Relajación Asociación Memoria	Memoria Concentración	Relajación Propiocepción Estimulación táctil Concentración
NN 4 sin NEE	Propiocepción	Concentración Propiocepción Visopercepción	Relajación Asociación Memoria	Memoria Concentración	Relajación Lenguaje
NN 5 con NEE (TDAH)	Atención Relajación	Motricidad Fina Motricidad Gruesa Propiocepción	Relajación	Concentración	Relajación
NN 6 con NEE (TND)	Relajación Estimulación visual y táctil	Motricidad Gruesa Propiocepción Estimulación visual y táctil	Relajación	Concentración	Relajación Propiocepción
NN 7 con NEE (sospech)	Atención Relajación Propiocepción Lenguaje Seguimiento y estimulación visual Estimulación táctil	Lectoescritura Motricidad Fina Atención	Relajación Asociación Memoria	Concentración	Relajación Lenguaje Estimulación Táctil

Fuente: Molleturo J. 2022 [19]

En la tabla VI se muestran los sentidos a desarrollar en 7 niños denominados NN # (Nombre niño #) según sus necesidades y de acuerdo con los equipos basados en circuitos, acompañados del uso de estos, olores, memoria, tacto, visual y motricidad entre otros sentidos a estimular.

V CONCLUSIONES

El proyecto realizado en conjunto con profesionales del área de Estimulación Temprana e Intervención Precoz demuestra que los equipos electrónicos desarrollados pueden estimular y/o potencializar las destrezas y habilidades de niños con y sin necesidades educativas.

Mediante la aplicación de terapias multisensoriales realizadas con los equipos electrónicos antes mencionados se pudo evidenciar que estos permiten desarrollar y/o potencializar la motricidad, visión, memoria, olfato, concentración, la lecto escritura y la grafo motricidad.

Las máquinas desarrolladas con la programación básica de Arduino mediante sus múltiples módulos y componentes robustos como botones joystick, bombas de larga duración, etc, tienen un tiempo de vida útil extenso con el adecuado mantenimiento, además que cuentan con fusibles como protecciones de seguridad ante variaciones de voltaje.

Finalmente, se puede determinar que los equipos al ser utilizados por niños bajo supervisión cuentan con una resistencia y construcción robusta tanto en software como

hardware, el correcto cableado, la no visualización de las placas y el no tener contacto alguno con la circuitería provocan que los equipos no sean propensos a fallos.

VII REFERENCIAS

- [1] A. A. -. J. Monje, «Implementación de un equipo electrónico para soporte de estimulación multisensorial: visual, auditiva, de memoria y atención en niños de 2 a 5 años de CEIAP,» Cuenca, 2019.
- [2] J. V. Gómez, «Diseño de un espacio sensorial para niños con y sin discapacidad,» Universidad EAFIT, Antioquia, 2014.
- [3] Luis_MG, «Rehabimedic,» [En línea]. Available: www.rehabimedic.com. [Último acceso: 05 09 2022].
- [4] D. H. P. E. Josué, «Implementación y eficacia de la Sala de Estimulación Multisensorial para mejorar el nivel de atención focalizada y selectiva, en alumnos con síndrome de Down de la fundación Cultural Edgar Palacios – SINAMUNE, en el periodo abril 2019 –septiembre 2019,» Quito, 2019.
- [5] V. C. C. Elizabeth, «Adecuar un aula multisensorial para niños y niñas de 1 a años con un perfil Neuroeducativo,» Universidad del Azuay, CUENCA, 2013.
- [6] C. V. M. d. Carmen, «La Sala De Estimulación Multisensorial,» TABANQUE. Revista pedagógica, vol. 27, pp. 155-172, 2014.
- [7] G. N. Sebastiana, «El uso de las TIC en la estimulación: la sala multisensorial,» Contribuciones de la tecnología en el desarrollo educativo y social, pp. 49-59, 2020.
- [8] B. S. C. Javier, «Análisis de la actividad EEG durante una sesión de estimulación multisensorial en una sala Snoezelen,» Universidad de Valladolid, Valladolid.
- [9] F. T. Lucía, «Diseño y desarrollo de un control inteligente para una sala de estimulación multisensorial de bajo coste,» Universidad Autónoma de Madrid Escuela Politécnica Superior, Madrid, 2021.
- [10] J. A. Ruiz, «Diseño e implementación de un sistema electrónico de rehabilitación para niños especiales del instituto Carlos Garbay,» Escuela Superior del Chimborazo, Riobamba, 2011.
- [11] s/n, «Green Baby Sensorial, » Green Baby Sensorial, 11 12 2015. [En línea]. Available: <https://www.facebook.com/greenbabysensorial/posts/1011475458874636/>. [Último acceso: 2022 9 26].
- [Ortoteca, «www.ortoteca.com,» [En línea]. Available: https://www.ortoteca-rehabilitacionyfisioterapia.com/rehabilitacion_documentos_pdfs/MANUALES/Presentación-Manual%20salas%20Snoezelen-ESPAÑOL.pdf. [Último acceso: 26 9 2022].
- [13] D. Juan, «Eletrogeek,» Electrogeek, 3 09 2020. [En línea]. Available: <https://www.electrogeekshop.com/esta-mesa-de-centro-con-espejo-infinito-averguenza-a-otros-muebles-de-la-sala/>. [Último acceso: 2022 9 2022].
- [14] Amazon.com, «Amazon,» Amazon.com, [En línea]. Available: https://www.amazon.com/-/es/comienza-iluminado-botones-multicade-elección/dp/B01M0XPWGG/ref=sr_1_2?crid=2EGE0INSSBWWO&keywords=arcade+push+button&qid=1662959505&prefix=arcade+pu%2Caps%2C141&sr=8-2. [Último acceso: 12 9 2022].
- [15] H. Mayra, «Plataformas Electrónicas,» Centro Universitario UAEM Texcoco, México, 2015.
- [16] World-semi, «Worldsemi, » Intelligent control LED integrated light source

WS2812, 2007. [En línea]. Available:
<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/WS2812.pdf>.
[Último acceso: 12 9 2022].

[17] E. DIY, «DIY Electrónica,» [En línea]. Available:
<https://www.electronicadiy.com/blogs/tutoriales-y-blog>. [Último acceso: 11 9 2022].

[18] N. R. A. B. A. Y. & T. M. E. A. Salinas Buestán, «El internet de las cosas y su incidencia en la vida diaria de los adultos mayores: agendar actividades y geolocalizar.,» Conrado, 2021.

[19] M. Johanna, Interviewee, Sentidos a Desarrollar en un aula multisensorial para niños. [Entrevista]. 9 9 2022.