

# **Universidad Modelo**

*Carrera:* Ingeniería Biomédica

2do semestre, grupo A

Proyectos II

Docente. Cielo Poot Bote

*Integrantes del equipo:*

- Carrillo Adrian Emilio
- Colli Avila Carlos
- Escalante Alpuche Angélica
- Padilla Menéndez Pamel



## Introducción

La estimulación sensorial es una estrategia terapéutica ampliamente utilizada para promover el desarrollo cognitivo, físico y emocional en personas con diversas condiciones, como trastornos del espectro autista, parálisis cerebral, discapacidades intelectuales, o durante procesos de rehabilitación neurológica. Este tipo de terapias busca activar los sentidos mediante estímulos controlados, lo que favorece la interacción del paciente con su entorno y contribuye a mejorar habilidades como la atención, la coordinación, la percepción y la memoria [1]. Sin embargo, muchas veces los recursos disponibles para estas terapias son limitados, poco interactivos o no permiten llevar un seguimiento preciso del avance del paciente.

Las salas de estimulación sensorial, también conocidas como salas multisensoriales o *Snoezelen*, son entornos controlados que combinan diversos elementos visuales, auditivos, táctiles, olfativos y a veces propioceptivos, con el objetivo de ofrecer una experiencia segura y agradable que fomente el bienestar, la relajación o la activación, según las necesidades del usuario. Estas salas han demostrado ser herramientas eficaces en contextos clínicos, educativos y geriátricos, ya que permiten adaptar los estímulos a distintos niveles de capacidad cognitiva y motora, facilitando así intervenciones más personalizadas.

La estimulación sensorial no solo es vital durante el desarrollo temprano, sino que también sienta las bases para un aprendizaje efectivo y una vida emocional saludable. En adultos y personas mayores, la estimulación sensorial es clave para mantener la agudeza cognitiva y prevenir el deterioro asociado al envejecimiento. Actividades como escuchar música, identificar aromas, manipular texturas o participar en ejercicios de movimiento consciente fortalecen las conexiones neuronales, mejoran la memoria y aumentan la concentración.

En respuesta a esta necesidad, el presente proyecto propone el diseño y desarrollo de un panel interactivo de estimulación sensorial visual y táctil, dirigido a mejorar la experiencia tanto del usuario como del terapeuta. El dispositivo consistirá en una estructura con botones iluminados que se activarán en distintas secuencias, incentivando la respuesta del paciente mediante estímulos visuales y táctiles. Estos estímulos están diseñados para captar la atención, fomentar la coordinación mano-ojo y desarrollar la motricidad fina. Además, el panel contará con una interfaz gráfica que permitirá al terapeuta registrar y visualizar la información generada durante cada sesión, facilitando así el seguimiento del progreso individual del usuario.

El dispositivo no solo busca estimular al usuario, sino también ofrecer una herramienta tecnológica útil y práctica para los profesionales encargados del tratamiento. Por eso, la realización de este proyecto no solo representa un avance técnico dentro de la ingeniería biomédica, sino que también tiene un fuerte impacto social. Al diseñar una herramienta que estimula los sentidos de manera controlada y que además puede integrarse con sistemas de retroalimentación para el seguimiento terapéutico, se fortalece el vínculo entre tecnología y salud.

## **Antecedentes:**

El uso de tecnologías avanzadas han demostrado ser herramientas poderosas para evaluar, estimular y rehabilitar diversas funciones cognitivas, como la atención, la memoria, el lenguaje y las funciones ejecutivas. Una de las principales ventajas del uso de la tecnología en la rehabilitación cognitiva es la capacidad de ofrecer un entorno de entrenamiento personalizado y adaptativo [2].

La terapia sensorial es particularmente útil para individuos con dificultades del procesamiento sensorial, es decir, problemas para procesar la información que captan sus sentidos, entre ellas:

- Personas con autismo (Trastorno del espectro autista - TEA)
- Personas con daño cerebral traumático o lesiones cerebrales
- Personas con Trastornos de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)
- Personas con discapacidades del desarrollo (condiciones como el síndrome de Down, discapacidad intelectual o retrasos en el desarrollo)
- Personas con trastornos de ansiedad
- Personas con Trastorno Obsesivo-Compulsivo (TOC)
- Personas mayores (especialmente con demencia o Alzheimer)

[3]

Diversas clínicas y centros de atención especializados han adoptado el uso de Entornos Multisensoriales (MSEs) como parte de sus estrategias terapéuticas para trabajar con personas con discapacidad intelectual, trastornos del desarrollo, demencia y otras condiciones cognitivas. Según el estudio de Cameron et al. (2019), estos entornos incorporan elementos como luces de colores, paneles táctiles, música relajante, vibración, aromas y objetos interactivos que estimulan simultáneamente distintos sentidos. Por ejemplo, en clínicas para personas con demencia, los MSEs se enfocan en la estimulación auditiva y visual para reducir la ansiedad y favorecer la relajación, mientras que en contextos de discapacidad intelectual se utilizan para fomentar la exploración, el enfoque atencional y la autorregulación [4]. Esto, respaldan el diseño de herramientas tecnológicas, como el presente proyecto, que emplea botones físicos de colores combinados con estímulos visuales en pantalla, con el propósito de replicar parte de esta estimulación sensorial en una versión compacta y adaptable, ideal para entornos terapéuticos personalizados.

<b>Tabla 1. Comparación de herramientas de estimulación más usadas en diversos entornos clínicos</b> [según Cameron et al. (2019)]				
Clínica	Massachusetts General Hospital Psychiatric Consultation	4 mental health inpatient units in New Zealand	Acute psychiatric inpatient unit in Victoria, Australia	Psychiatric intensive care unit in the United Kingdom
Aromaterapia	Sí	Sí	Sí	Sí
Música	Sí	Sí	Sí	Sí
Luz ajustable		Sí		Sí
Gustativo	Sí		Sí	
Paneles táctiles	Sí			
Tubo de burbujas			Sí	Sí

Un ejemplo conocido de entornos multisensoriales aplicados a la terapia es el concepto de las salas Snoezelen, desarrolladas inicialmente en los Países Bajos, que combinan estimulación sensorial controlada con un ambiente relajante para promover el bienestar emocional y cognitivo [5]. Estas salas están equipadas con luces suaves y cambiantes, música ambiental, proyección de imágenes, paneles táctiles, aromas y elementos interactivos, lo cual permite ofrecer una experiencia sensorial personalizada según las necesidades de cada usuario. Estudios como los revisados por Cameron et al. (2019) han documentado el uso de salas Snoezelen en clínicas especializadas en discapacidad intelectual, demencia, trastornos del espectro autista (TEA) y rehabilitación neurológica, reportando beneficios como reducción de la ansiedad, mejora de la atención y estimulación de la comunicación no verbal.

A pesar de los beneficios ampliamente documentados de las salas multisensoriales como las Snoezelen, su implementación a gran escala sigue siendo limitada debido a los altos costos de instalación, mantenimiento y la necesidad de espacios físicos dedicados. Estas salas, equipadas con luces especiales, proyección de imágenes, sonidos relajantes, sistemas de aromaterapia y superficies táctiles, requieren una infraestructura significativa que muchas escuelas, centros de rehabilitación comunitarios o incluso hogares terapéuticos no pueden permitirse. En consecuencia, existe una creciente necesidad de desarrollar alternativas portátiles, económicas y adaptables, que permitan llevar los beneficios de la estimulación multisensorial a contextos más diversos y accesibles. El avance de la tecnología,

particularmente con plataformas abiertas como Arduino y entornos de desarrollo como Visual Studio, ha abierto nuevas posibilidades para crear dispositivos interactivos personalizados a bajo costo. Estas soluciones no solo permiten replicar parte de la experiencia sensorial de una sala Snoezelen en un formato más compacto, sino que además pueden adaptarse fácilmente a las necesidades de cada paciente, permitiendo modular la intensidad, duración o tipo de estímulo. De este modo, se amplía el alcance terapéutico, especialmente para poblaciones vulnerables como personas con discapacidad, adultos mayores o niños en edad escolar que no pueden acceder a instalaciones especializadas. El desarrollo de estas herramientas portátiles representa un paso importante hacia el alcance de la tecnología en el ámbito terapéutico, facilitando la inclusión y la continuidad del tratamiento más allá de los entornos clínicos tradicionales.

Este proyecto se propone justamente como una respuesta a esa necesidad, combinando hardware y software para ofrecer una experiencia terapéutica significativa y adaptable a diferentes entornos y perfiles de usuarios.

## **Objetivos:**

- **Objetivo general:** Elaborar un panel interactivo de estimulación sensorial visual y táctil que permita a terapeutas monitorear, evaluar y registrar el progreso de usuarios con discapacidades cognitivas o motoras.
- **Objetivos específicos:**
  - Diseñar un panel físico con botones de colores para estimulación visual y táctil.
  - Desarrollar una interfaz digital, con diferentes niveles de dificultad, muestre patrones y registre respuestas.
  - Implementar una base de datos que almacene interacciones y genere reportes.

## Resultados:



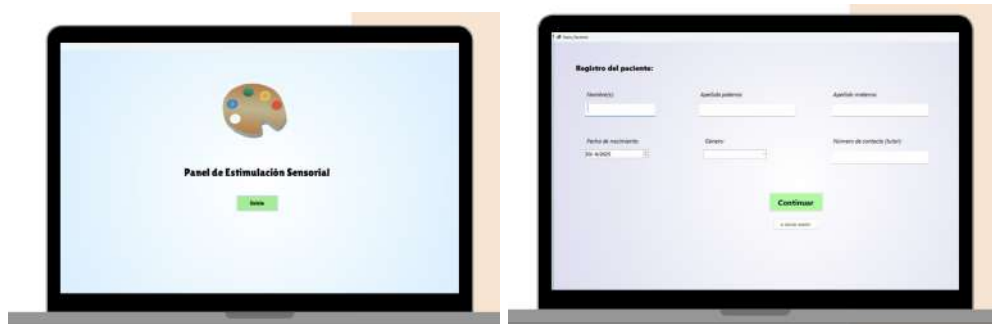
*Figura 1. Diseño en 3D del panel*



*Figura 2. Panel impreso, con los botones integrados*

El diseño en 3D del panel físico fue hecho en Fusion 360, diseñada para contener el circuito. Posteriormente fue impreso en filamento PLA, la estructura cuenta con cinco pulsadores de colores (amarillo, rojo, verde, azul y blanco) distribuidos en la parte frontal. Cada botón está conectado internamente a un sistema controlado mediante Arduino.





***Figuras 4 y 5. Página de inicio y de registro de la interfaz gráfica***

Estas son las primeras dos ventanas que presenta la interfaz. La primera muestra el nombre del sistema y un botón para iniciar. La segunda corresponde al registro de los datos del paciente: nombre, apellidos, fecha de nacimiento, género y número de teléfono del tutor.



***Figura 6. Menú principal***

Después de registrar al paciente, el panel nos muestra el menú principal, donde se encuentran disponibles los tres niveles del juego, una sección para el terapeuta destinada a visualizar los resultados, y una opción para explicar el funcionamiento de cada nivel..



***Figura 6. Primer nivel***

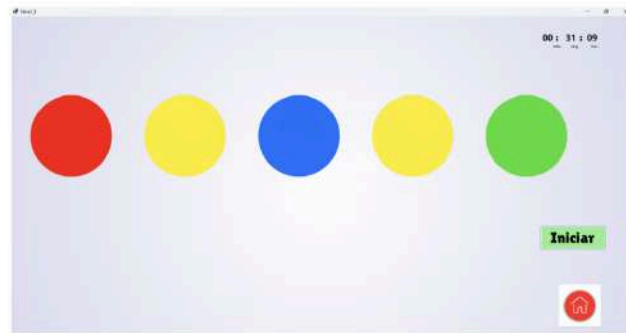
La presente imagen muestra el primer nivel, cuyo objetivo es reconocer y relacionar colores, promoviendo habilidades cognitivas básicas en los usuarios. La dinámica se desarrolla a lo largo de 10 rondas, durante las cuales se registran diversos indicadores de desempeño. Los criterios de evaluación incluyen el tiempo de respuesta promedio, la precisión en los aciertos y el nivel de atención sostenida que el usuario demuestra durante la tarea. Esta actividad forma parte de una terapia cognitiva básica enfocada en estimular procesos mentales esenciales como la percepción, la memoria y la concentración [6].



***Figura 7. Segundo nivel***

Posteriormente, se encuentra el nivel 2, el cual busca la habilidad de asociar un estímulo verbal o simbólico (nombre) con su representación visual correspondiente (color), fomentando la capacidad de simbolización y el reconocimiento de relaciones abstractas. La actividad se compone de 10 rondas, durante las cuales se evalúa el desempeño del usuario mediante distintos criterios, como el tiempo de respuesta promedio, la precisión en la asociación nombre-color, y el nivel de atención sostenida. Esta

tarea se enmarca dentro de una terapia cognitiva orientada a la simbolización, enfocada en fortalecer procesos mentales que permiten asignar significados a estímulos y relacionarlos correctamente [7].



***Figura 8. Tercer nivel***

Finalmente, el nivel 3 tiene como objetivo, reforzar la memoria secuencial a través de la reproducción ordenada de patrones de colores, lo que contribuye al fortalecimiento de habilidades cognitivas como la planificación y la retención de información. Cada sesión consta de 5 rondas, durante las cuales se evalúa el rendimiento del usuario considerando el tiempo total para completar la secuencia, la exactitud en el orden de los colores y el nivel de atención sostenida mantenido durante la tarea. Esta actividad forma parte de una terapia cognitiva dirigida a las funciones ejecutivas y la memoria, enfocada en mejorar procesos relacionados con el control mental, la organización y la recuperación de información [8].

## **Discusión:**

Durante el desarrollo del panel interactivo de estimulación sensorial, se observaron varios aspectos clave que permiten evaluar su utilidad terapéutica y su viabilidad técnica. Uno de los principales logros fue la integración exitosa del hardware (botones LED, estructura física y componentes electrónicos) con el software (interfaz gráfica desarrollada en Visual Studio), que permite una interacción intuitiva y dinámica. Esta combinación permitió crear una herramienta funcional que responde correctamente a las interacciones del usuario y almacena datos útiles para los terapeutas.

La adaptabilidad de los materiales empleados en la construcción del panel permitió cumplir con el objetivo de crear una herramienta portátil. Esta portabilidad es esencial para su uso en diversos entornos terapéuticos, facilitando su transporte y adaptación a las necesidades específicas de cada usuario.

Al exponerse el dispositivo a diversos individuos se demostró que el sistema es capaz de captar la atención del usuario, gracias a la estimulación visual de los botones iluminados, de igual forma fomenta la coordinación motriz a través de la interacción táctil. El uso de secuencias de colores y cronómetros en los distintos niveles del juego también contribuye a estimular la memoria a corto plazo y la toma de decisiones.

Un reto importante identificado durante el proceso fue lograr una sincronización eficiente entre el hardware y el software, especialmente al momento de registrar con precisión las respuestas del usuario. Además, fue necesario realizar ajustes en la estructura física del panel para garantizar comodidad y accesibilidad para diferentes perfiles de usuarios.

Por otra parte, la incorporación de una base de datos resultó ser una herramienta valiosa para el seguimiento terapéutico, permitiendo visualizar el progreso individual a lo largo del tiempo. Sin embargo, se plantea como área de mejora futura el desarrollo de reportes automáticos más detallados y gráficos de evolución.

El valor agregado principal que buscamos al incorporar la base de datos ya que permite registrar y monitorear continuamente las respuestas neurofisiológicas y comportamentales del paciente durante las sesiones terapéuticas. Esto facilita la personalización de las intervenciones, adaptándolas a las necesidades específicas de cada usuario, y proporciona al terapeuta información detallada para evaluar

el progreso y ajustar las estrategias de tratamiento. Además, el seguimiento longitudinal de los datos permite identificar patrones y tendencias que pueden ser cruciales para la toma de decisiones clínicas y la optimización de los resultados terapéuticos [9].

Al final, crear el panel interactivo de estimulación sensorial es un gran paso adelante en el uso de la tecnología para la terapia. La combinación de dispositivos físicos y programas de computadora, junto con la capacidad de moverse y el soporte personalizado, proporciona una herramienta flexible y útil para estimular los sentidos y mejorar la función cerebral. A pesar de los desafíos, es crucial seguir trabajando en la investigación y el desarrollo para resolver los problemas técnicos y mejorar las cosas para los usuarios.

Cronograma:



Fase del proyecto	Actividad	Responsable(s)	Fecha estimada
Planeación y diseño conceptual	Revisión de antecedentes, definición de objetivos y diseño	Todos los integrantes	15. febrero. 2025
Diseño del prototipo	Diseño en 3D, selección de componentes	Emilio Carrillo y Pamel Padilla	24. marzo. 2025
Diseño del circuito	Ensamblado y pruebas del sistema electrónico	Carlos Avila	11. abril. 2025
Programación de la interfaz gráfica	Creación de interfaz, niveles y conexión con el hardware	Angélica Escalante, Pamel Padilla	11. abril. 2025

<b>Desarrollo de la base de datos</b>	Estructura y conexión con la interfaz	Todos	26. mayo. 2025
<b>Integración del sistema completo</b>	Pruebas de funcionalidad entre hardware y software	Todos	11. abril. 2025
<b>Ajustes finales y documentación</b>	Corrección de errores, recopilación de evidencias	Todos	13. mayo. 2025
<b>Entrega final del proyecto</b>	Presentación y entrega del informe completo	Todos	26. mayo. 2025

## Referencias:

1. Personalum. (s.f.). *Terapia de estimulación sensorial*.  
<https://www.personalum.com/servicios/terapia-de-estimulacion-sensorial/>
2. Grupo Sinapsis. (2024). *El uso de la tecnología en terapias de rehabilitación cognitiva*.  
<https://www.gsinapsis.com/el-uso-de-la-tecnologia-en-terapias-de-rehabilitacion-cognitiva/>
3. Qínera. (s.f.) Salas multisensoriales <https://qinera.com/es/40-salas-multisensoriales>
4. Cameron, A., Burns, P., Garner, A., Lau, S., Dixon, R., Pascoe, C., & Szafraniec, M. (2019). *Making sense of multi-sensory environments: A scoping review*. *International Journal of Disability, Development and Education*, <https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1634247>
5. Universidad Europea. (2022, noviembre 4). *¿Qué es una sala snoezelen?*.  
<https://universidadeuropea.com/blog/sala-snoezelen/>
6. Camacho, J. M. (2003). El ABC de la terapia cognitiva. Fundación Foro.  
<https://www.fundacionforo.com/pdfs/archivo23.pdf>
7. García, M., La Cruz, J. (2015). El pictograma como estrategia de intervención educativa en personas con discapacidad. Asociación Internacional de Educación Inclusiva.  
<https://www.aiedi.org/2020/05/13/experiencias-y-recursos-con-los-pictogramas-reflexiones-sobre-su-implementacion-como-estrategia-educativa-hacia-las-personas-con-discapacidad/>
8. Lampit, A., et al. (2014). Computerized cognitive training in cognitively healthy older adults. *PLOS Medicine*.  
<https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001756>
9. Friedrich, E. V. C., Suttie, N., Sivanathan, A., Lim, T., Louchart, S., & Pineda, J. A. (2014). Brain-computer interface game applications for combined neurofeedback and biofeedback treatment for children on the autism spectrum. *Frontiers In Neuroengineering*, 7.  
<https://doi.org/10.3389/fneng.2014.00021>