



# ECOSISTEMA DIGITAL PARA LA ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL EN NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN

## DIGITAL ECOSYSTEM FOR MULTISENSORY STIMULATION IN CHILDREN WITH DOWN SYNDROME

Ing. Estefanía Alexandra Abril Ruiz<sup>1</sup>, Ing. Ricardo Sebastián Abril Ruiz<sup>2</sup>

1,2 - Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador

1. Email: [eaabril8611@uta.edu.ec](mailto:eaabril8611@uta.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1525-0689>

2. Email: [rabril8629@uta.edu.ec](mailto:rabril8629@uta.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5648-183X>

Recibido: 21/08/2023 Aceptado: 21/09/2023

**Para Citar:** Abril Ruiz, E. A., & Abril Ruiz, R. S. (2023). Ecosistema digital para la estimulación multisensorial en niños con síndrome de Down. *Revista Publicando*, 10(40), 1-13. <https://doi.org/10.51528/rp.vol10.id2398>

### Resumen:

La estimulación multisensorial a tempranas edades constituye una estrategia eficaz y válida para tratar a personas con alguna discapacidad o trastorno como el síndrome de Down, ya que desarrolla sus capacidades cognitivas, físicas y sensoriales. Por ello, con el objeto de generar respuestas desde el campo tecnológico, se implementó un ecosistema digital para la estimulación multisensorial en niños con Síndrome de Down. Dicha propuesta se desarrolló conforme a criterios de profesionales en el área, utilizando el enfoque de Gimeno y Rico, que destaca la importancia de la educación de los sentidos en la formación integral, en el proceso de adquisición de conocimiento y comprensión del mundo de los individuos. El ecosistema consiste de tres paneles interactivos, donde cada uno estimula diferentes habilidades, ello a través de luces, sonidos, olores, texturas, sensores, pulsadores, componentes electrónicos, con el fin de que los niños realicen distintas actividades de percepción sensorial. El proyecto se complementó con una aplicación móvil para gestionar recursos de la estructura electrónica y una app web diseñada para monitorear el progreso del niño, utilizando el instrumento de evaluación de la metodología elegida. Para lo cual, la aplicación se desarrolló bajo el concepto de front-end y backend, utilizando los frameworks Vue.Js y Laravel respectivamente. Por lo que, con la implementación de dicho ecosistema, se logró desarrollar una nueva herramienta útil para mejorar e innovar la terapia multisensorial en los niños con síndrome de Down, contribuyendo a su desarrollo integral, cognitivo, físico y sensorial.

**Palabras clave:** Ecosistema digital, estimulación multisensorial, síndrome de Down.

### Abstract:

Multisensory stimulation at early ages is an effective and valid strategy to treat people with a disability or disorder such as Down syndrome, as it develops their cognitive, physical and sensory abilities. Therefore, in order to generate answers from the technological field, a digital ecosystem was implemented for multisensory stimulation in children with Down syndrome. This proposal was developed according to the criteria of professionals in the area, using the methodology of Gimeno and Rico, which highlights the importance of the education of the senses in the integral formation, in the process of acquiring knowledge and understanding of the world of individuals. The ecosystem consists of three interactive panels, where each one stimulates different skills, through lights, sounds, smells, textures, sensors, push buttons, figures, electronic components and other didactic materials, so that children can perform different sensory perception activities. The project was complemented with a mobile application to manage resources of the electronic structure and a web app designed to monitor the child's progress, using the evaluation tool of the chosen methodology. For which, the application was developed under the concept of front-end and back-end, using the Vue Js and Laravel frameworks respectively. Therefore, with the implementation of this ecosystem, we were able to develop a new useful tool to improve and innovate multisensory therapy in children with Down syndrome, contributing to their comprehensive cognitive, physical and sensory development.

**Keywords:** Digital ecosystem, multisensory stimulation, Down Syndrome.



## INTRODUCCIÓN

**E**n el Ecuador, según estadísticas proporcionadas por la Misión Solidaria Manuela Espejo, existen alrededor de 7.457 personas con Síndrome de Down (SD), siendo una cifra elevada, a diferencia de la tasa mundial, que es 1 de cada 700 recién nacidos; en el país el promedio es 1 de cada 550 (Ocapana, 2018). Adicionalmente, las personas con esta capacidad especial en sus primeros años de vida, están expuestas a factores de riesgo como: la pobreza, estigma y discriminación; así como, muchos de ellos tienen acceso limitado a programas, servicios, terapias de estimulación, influyendo negativamente en su desarrollo físico y cognitivo. (OMS, 2013).

De acuerdo a la UNIR, durante la infancia, el cerebro de un niño tiene una alta capacidad para crear conexiones neuronales significativas, esto se logra gracias a nuevos aprendizajes y experiencias captadas por los sentidos. Por esta razón, es importante fomentar que, se brinde estimulación temprana especializada a los niños, como lo es la terapia multisensorial (UNIR, 2020).

A nivel nacional, si bien existen centros de terapia y estimulación temprana para niños con capacidades especiales, la mayoría de estos utilizan métodos tradicionales para brindar estimulación; utilizando material didáctico como fichas, juguetes, figuras o piezas elaboradas por los terapeutas. Adicionalmente, este tipo de metodología resulta ser limitante ya que se necesita del acompañamiento constante de un terapeuta. Esto se debe a que los centros desconocen o no cuentan con los recursos necesarios para adquirir nuevas tecnologías que presenten mejores resultados, a esto se suma que no existe una gran diversidad de equipos electrónicos especializados, para tratar a niños con síndrome de Down (González, 2018).

Sin embargo, se realizó una revisión de estudios anteriores relacionados a la estimulación multisensorial, el síndrome de Down y la tecnología. En este sentido, Alvarado (2019) de la Universidad del Azuay, Ecuador; construyó un equipo electrónico para dar soporte a la estimulación multisensorial: visual, auditiva, de memoria y atención en niños de 2 a 5 años; con el fin de potenciar diversas capacidades y mejorar aptitudes sensoriales de los niños. Para ello, utilizó el sistema embebido Raspberry Pi 3, controlado por una interfaz de usuario desarrollada en Python. Como resultado, obtuvo un sistema robusto y sofisticado que permitió el desarrollo de la terapia con normalidad, en donde los niños demostraron mejoría en áreas como comunicación expresiva y receptiva, así como un incremento en la motricidad gruesa y fina.

Por otro lado, Morocho (2019) del Instituto de Tecnologías Sudamericano, Cuenca, Ecuador; presentó un proyecto en el que diseña e implementa dos módulos digitales para niños de 2 a 5 años, con el objeto de potenciar su motricidad gruesa en lo que respecta a gatear y caminar mediante la estimulación multisensorial. El autor menciona que, lo construyó a partir de microcontroladores Arduino Mega, y Bluetooth como tecnología para la comunicación inalámbrica. Adicionalmente, desarrolló un software de acompañamiento en Java, que permitió dar seguimiento al infante en cuanto a su evolución motriz. Con esto logró contribuir a la mejora de la terapia de los niños en un 90% (Morocho, 2019).

Asimismo, González (2018) de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador; desarrolló un sistema multisensorial para estimulación de motricidad gruesa en niños menores a 6 años con discapacidad intelectual. Mismo que constaba de un módulo maestro (controlador) y 3 módulos finales (esclavos) encargados de interactuar con los niños a través de figuras y colores. Estos fueron implementados mediante



microcontroladores ATmega 328p; en cuanto a la comunicación entre los dispositivos, usó RF (radiofrecuencia), con módulos Nrf20l01. El sistema, además, poseía una aplicación de control diseñada en App Inventor Designer. Como resultado de la investigación, el autor afirma que el sistema inalámbrico proporcionó movilidad y flexibilidad a los niños para realizar la terapia multisensorial, mejorando el rendimiento cognitivo de estos en un promedio del 76%.

Por su parte, Duchí (2018) de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, realizó un proyecto en el que desarrolló una sala multisensorial para personas de la tercera edad con deterioro cognitivo o enfermedades neurodegenerativas. Constituida por distintos módulos, construidos a partir de microcontroladores Arduino Nano. Además, para el seguimiento de los pacientes, el autor desarrolló un programa en Java. Obteniendo así, una mejora en el estado del ánimo y disminución del deterioro cognitivo en los pacientes; así como un seguimiento del avance del mismo en las distintas terapias.

Si bien, se ha presenciado el desarrollo de dispositivos y sistemas para tratar diversos trastornos y condiciones médicas mediante la terapia multisensorial; en referencia, al síndrome de Down, una condición genética común, no existen dispositivos específicos diseñados para su tratamiento. Esta falta de enfoque en el desarrollo de equipos personalizados para este trastorno, constituyó la razón principal para llevar a cabo la investigación, por lo que se implementó un ecosistema digital para la estimulación multisensorial, mismo que proporciona una combinación de estímulos y actividades diseñadas para fomentar su aprendizaje, habilidades motoras y percepción sensorial de una manera adaptada y enriquecedora.

Contribuyendo así, al avance de la terapéutica y la tecnología, al crear con el ecosistema terapias y programas

más interactivos, novedosos y con mejores resultados, en la que los niños con síndrome de Down, experimenten mejoras significativas en su desarrollo cognitivo, motriz y sensorial. Además, este enfoque centrado en sus necesidades particulares fomenta una mayor inclusión y bienestar de estos niños tanto en su entorno educativo como social, proporcionándoles una plataforma sólida para alcanzar su máximo potencial.

## ESTIMULACIÓN MULTISENSORIAL

La estimulación multisensorial (EMS) hace referencia a una serie de técnicas, cuyo objetivo es proporcionar estímulos específicos y controlados, para enriquecer la experiencia sensorial de personas que presentan alguna discapacidad intelectual o que necesiten apoyo en su desarrollo cognitivo, motriz y sensorial. Este tipo de estimulación aplicada desde edades muy tempranas, evita o reduce un posible retraso en el desarrollo de su inteligencia, contribuye a potenciar sus capacidades de aprendizaje, captar, procesar e interpretar de mejor manera la información proveniente de su entorno (Ramírez, 2018).

Esta es considerada una técnica terapéutica no farmacológica que proporciona un estado de relajación y reactiva los órganos de los sentidos, mejorando la capacidad cognitiva y motora en el paciente; así como una terapia educativa. Las áreas que trabaja la EMS son la estimulación visual, olfativa, auditiva, táctil, gustativa, vestibular y propio receptiva (Gualpa & Sarco, 2021).

Los beneficios que ofrece la estimulación multisensorial se describen a continuación: (ORTOTECSA, 2018)

- Mejora de la interacción del niño con el entorno; así como, incremento de su capacidad de comprensión, aprendizaje, etc.



- Desarrollo de capacidades cognitivas como: la atención, memoria, resolución de problemas, razonamiento, lenguaje, motricidad y creatividad.
- Favorece la situación personal y social, proporciona un grado de independencia.
- Incremento de la coordinación, concentración.
- Estimulación del pensamiento lógico y la capacidad de toma de decisiones
- Desarrollo de la confianza contribuye a crear autocontrol.
- Incentiva la exploración y las capacidades creativas.
- Mejor conocimiento del medio y de sí mismo.
- Contribuye a optimizar el bienestar y calidad de vida.

## SÍNDROME DE DOWN

El Síndrome de Down (SD) también llamado como trisomía 21, se lo define como un trastorno o alteración genética cuya causa más frecuente se debe a la copia extra del cromosoma 21, (human chromosome 21 - Hsa21). Esta alteración cromosómica se caracteriza por un exceso de material genético. Al ser un síndrome, además, se presentan una serie de patologías en los distintos órganos y sistemas del cuerpo humano. En cuanto a su origen, el SD se produce de forma espontánea, es decir, no existe una causa aparente sobre la que se pueda actuar para impedirlo (Díaz, 2016).

Cabe mencionar que, el órgano que más presenta alteraciones en el síndrome de Down es el cerebro, esto provoca diversas consecuencias en sus funciones: sensoriales, motrices, cognitivas y conductuales. Razón por la cual, para tratar este trastorno es importante estimular desde edades tempranas el cerebro, ya que este

es el encargado de procesar constantemente la información que reciben los niños del medio a través de sus sentidos. Una de las terapias más recomendadas y efectivas para tratarlo es la terapia multisensorial (Flórez, 2022)

## MATERIALES Y MÉTODOS

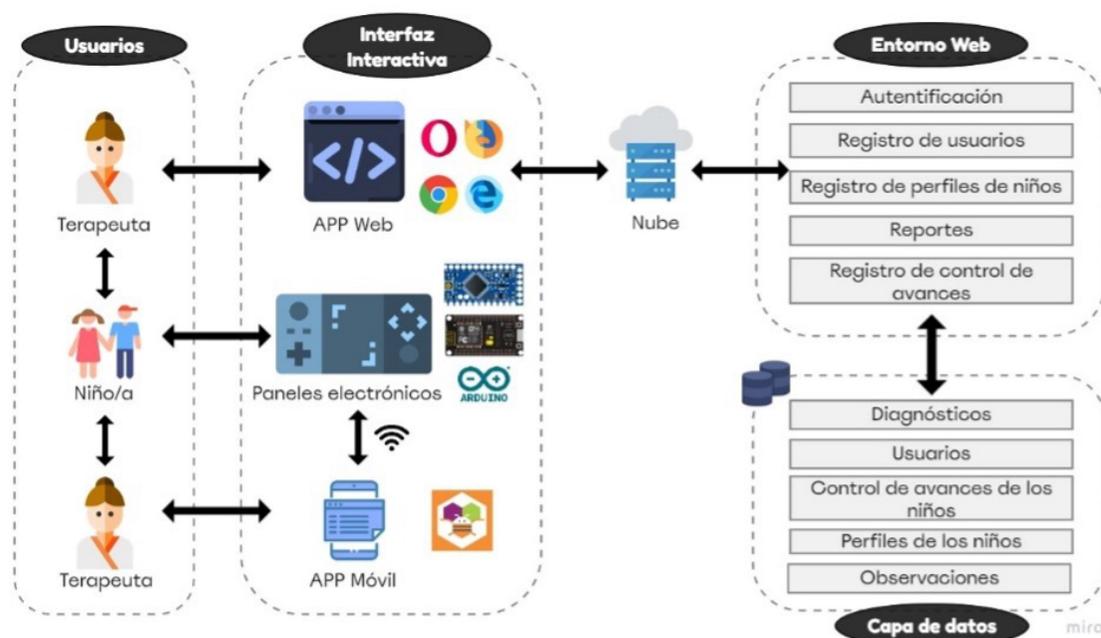
El proyecto se llevó a cabo con una metodología teórico-práctica, para lo cual se realizó una revisión documental en las principales bases de datos nacionales e internacionales, para conocer la importancia de la estimulación sensorial en el desarrollo integral en niños con síndrome de Down. De esta forma se fundamentó el desarrollo del ecosistema. Adicionalmente, se realizó una investigación de campo mediante entrevistas a profesionales especializados en estimulación temprana, con el fin de recopilar información relevante acerca de las necesidades específicas de los niños con síndrome de Down, tanto en su desarrollo sensorial, cognitivo y físico, como en relación a las terapias y actividades que resultarían más beneficiosas para ellos.

Estos datos proporcionaron una base sólida para adoptar el enfoque de Gimeno y Rico y así diseñar y estructurar las actividades y recursos dentro del ecosistema digital. Este enfoque aboga por una estimulación multisensorial (varios sentidos al mismo tiempo), presta especial atención a que las actividades sensoriales sean autodidactas y establezcan conexiones significativas con el entorno; esto con el apoyo y uso de materiales innovadores y estimulantes. Asimismo, este enfoque presenta una guía de seguimiento de la terapia a través de la observación, en la que el terapeuta o la persona a cargo del niño evalúa cada uno de los sentidos según los niveles de desarrollo que experimenta que son: conocimiento, dominio, memoria, agudeza y aplicación. De esta manera, se garantizó una experiencia terapéutica más adaptada, enriquecedora y efectiva para estos niños.

El esquema general del ecosistema digital se definió de la siguiente manera:



Figura 1. Ecosistema Digital para la estimulación multisensorial.



Fuente: Investigadores

a) *Usuarios*: en este caso son los pacientes; es decir, los niños con síndrome de Down que usan los paneles interactivos y el terapeuta, quien es el encargado de la gestión del aplicativo móvil y web.

b) *Interfaz interactiva*: Hace referencia, a los componentes ya sea hardware o software con los que los niños o terapeutas interactúan. Es decir, los paneles electrónicos, la aplicación web, a la cual se puede acceder a través de un navegador con acceso a internet y una aplicación móvil destinada a la gestión de recursos y animaciones de los paneles.

c) *Entorno Web*: En esta sección, se encuentra alojada la aplicación web (lógica de programación en la nube), enfocada a la administración y gestión de los controles.

d) *Capa de datos*: Representa el almacenamiento de los datos e información que maneja la app web.

## DESARROLLO DE LOS PANELES ELECTRÓNICOS

Los paneles electrónicos están destinados para que los niños que los utilicen, experimenten diversos ejercicios de estimulación multisensorial en un entorno que brinde confianza y relajación. Para ello, se tomó en cuenta la diversidad de materiales y recursos para despertar el interés y captar la atención; además que sean fácilmente manipulables garantizando la seguridad del niño.

Por lo cual, se definió realizar 3 módulos con diferentes actividades cada uno de ellos.

**Panel Colorful Scentsation:** Destinado a la estimulación olfativa, visual, táctil y auditiva. Su diseño consta de un panel con cuatro pulsadores con luces de diferentes colores, cuatro compartimentos por los que se



va a desprender los diferentes olores; así como, un espacio para colocar tarjetas de reconocimiento del aroma percibido.

El objetivo de este panel es que el niño por medio de los olores que perciba, desarrolle su sentido del olfato y tome conciencia de la diversidad de aromas presentes en su entorno a través de la exploración. Al mismo tiempo, fomenta el desarrollo del vocabulario al describir los diferentes olores, promueve la estimulación visual al practicar habilidades de reconocimiento y asociación del olor con la tarjeta que los representa, y con el color del pulsador. La asociación de olores con otras actividades, ayuda al niño con SD a reforzar su habilidad de atención, memoria, nivel de alerta, seguimiento, conductas anticipatorias, etc.

**Panel Touch Feel:** Esta sección tiene como fin estimular el sentido del tacto, la vista y audición del niño. Consta de una estructura en forma de un prisma hexagonal, en donde cada una de sus caras está compuesta por diferentes texturas, colores y materiales, este cuenta con mecanismo que lo hace girar, activando como recompensa animaciones sonoras, luces sensoriales y burbujas.

Mediante esta sección, se busca fomentar la percepción y discriminación táctil del niño, brindándole la oportunidad de experimentar una amplia gama de texturas. Además, esta interacción táctil con el prisma le permite experimentar una relación causa-efecto, al descubrir que al girarlo, se activan luces de colores, animaciones sonoras y burbujas, lo que potencia su comprensión del entorno y sus habilidades de resolución de problemas. Al tocar varias texturas, el niño también mejora sus habilidades motoras finas y su coordinación, al adaptar sus movimientos según la textura que está explorando.

**Panel Zoolights:** Sección destinada a estimular simultáneamente los sentidos de audición, vista y

tacto. Está diseñado con cinco pistas, cada una de ellas con luces intermitentes y figuras deslizantes con temáticas de animales.

Este panel interactivo incentiva al niño a deslizar la figura hacia la luz encendida activándose el sonido específico del animal. Esta interacción repetitiva a lo largo de las pistas fomenta la atención del niño, impulsa su coordinación óculo-manual, memoria visual, habilidades motrices, su capacidad de seguir instrucciones, promueve el desarrollo del lenguaje y habilidades de comunicación, al asociar los sonidos con los animales y refuerza su discriminación auditiva.

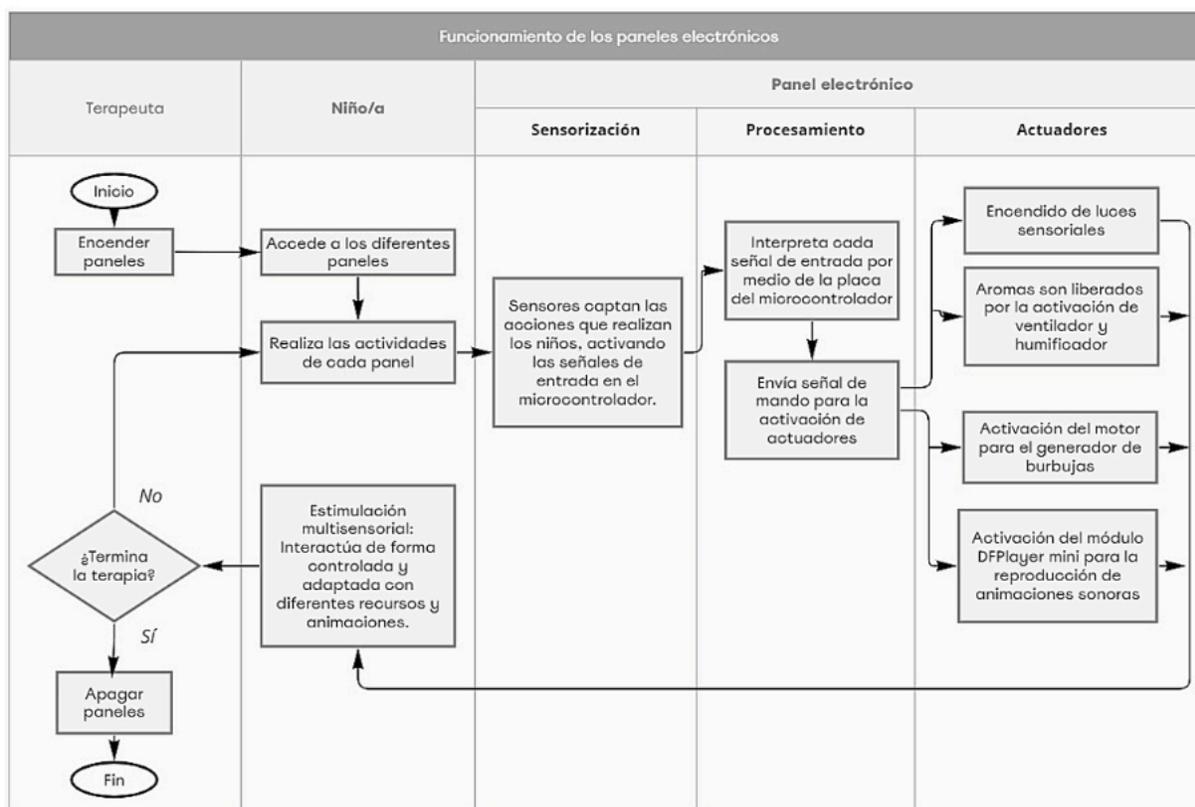
Para el desarrollo electrónico de los paneles, se utilizó una combinación de microcontroladores Arduino Nano y NodeMCU, este último con capacidad de conexión Wifi, lo que posibilitó una comunicación inalámbrica con la aplicación móvil para gestionar los recursos de los paneles. Estos se programaron de tal forma que, al activarse una entrada, proveniente de pulsadores, sensores de color como el TCS3200 o de movimiento. Logrando así un control eficiente y preciso de diversos actuadores, como: luces sensoriales, parlantes, ventiladores, motores, relés, módulos DFPlayer Mini, etc.

Cabe mencionar que, para todos los paneles se llevó a cabo el diseño de una placa de circuito impreso (PCB) para ensamblar los componentes electrónicos. Además, se diseñó la estructura física y se ensambló utilizando la tecnología de corte láser en madera, al ser un material resistente y robusto.

A continuación, se presenta cómo es el funcionamiento general de los paneles a través de un diagrama de flujo.



Figura 2. Diagrama de flujo del funcionamiento general de los paneles electrónicos.



Fuente: Investigadores

## DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB Y MÓVIL

La aplicación móvil constituye un complemento del ecosistema digital, con el que es posible controlar o gestionar recursos visuales, de audio, etc. de los distintos paneles de acuerdo a las necesidades o preferencias del niño. Esta aplicación móvil fue desarrollada con ayuda del IDE App Inventor, disponible para dispositivos móviles Android. Básicamente, la lógica de la app móvil es que el terapeuta pueda elegir entre una serie de recursos entonces una vez que selecciona el recurso, la app envía esta orden al microcontrolador, este la interpreta y ejecuta la acción correspondiente en los paneles electrónicos.

Por otra parte, la aplicación web tiene como objetivo registrar los controles de terapias y hacer un seguimiento de la evolución del niño. Para su diseño, se establecieron los módulos o secciones que incluyen:

**Inicio de sesión:** permite el acceso a la app web mediante un registro de autenticación de usuario y contraseña.

**Homepage:** es la página principal del aplicativo web.

**Usuarios:** consta de un CRUD, es decir, permite crear, listar, eliminar y actualizar los registros de los usuarios; que en este caso son los terapeutas.

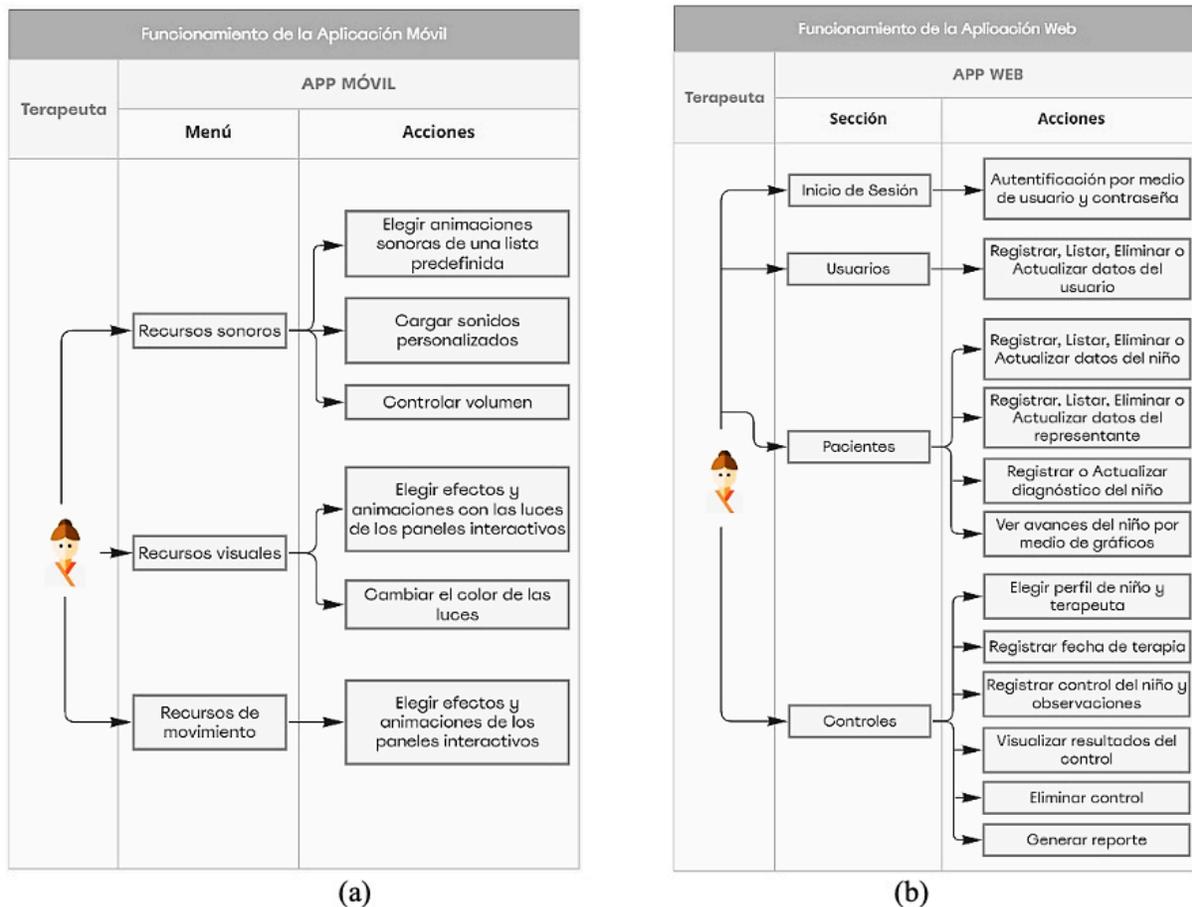
**Pacientes:** en esta sección se gestiona la información referente a los niños, de igual forma consta de un CRUD.

Controles: en esta pestaña se registran los controles de los niños en la terapia, para el diseño de este control se tomó como base el enfoque de Gimeno y Rico sugerida por los profesionales, y así evaluar cada uno de los sentidos según los niveles de desarrollo que experimenta el niño con la estimulación.

Para el desarrollo del aplicativo se empleó el enfoque backend-frontend, para el backend se

utilizó el framework PHP Laravel con la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC); mientras que para frontend, se ocupó Vue.js. Así como, se utilizó MySQL como sistema gestor de base de datos para administrar la información relacionada a los niños, usuarios y controles. A continuación, se presentan los diagramas de caso de uso de las aplicaciones:

Figura 3. Diagrama de caso de uso de la (a) app móvil y (b) web.



Fuente: Investigadores



## RESULTADOS

La investigación se enfocó en el diseño e implementación de un ecosistema digital que consta de una estructura electrónica (paneles interactivos) e informática (app web y móvil). Por un lado, los paneles tienen como objetivo brindar la terapia multisensorial a los niños con síndrome de Down, diseñándose específicamente para abordar sus necesidades y potenciar sus capacidades. Este enfoque innovador ha logrado mejorar la forma de impartir la estimulación; así como, ha

logrado tener un impacto positivo en el desarrollo cognitivo de los niños, incluyendo su memoria, atención, concentración, habilidades físicas y sensoriales, entre otros aspectos. Al proporcionar actividades adaptadas a sus requerimientos, los paneles se convierten en una herramienta efectiva para promover su bienestar integral y su progreso en diversos aspectos de su desarrollo.

A continuación, se presenta los paneles electrónicos obtenidos como resultado.

Figura 4. *Ecosistema Digital: paneles electrónicos.*

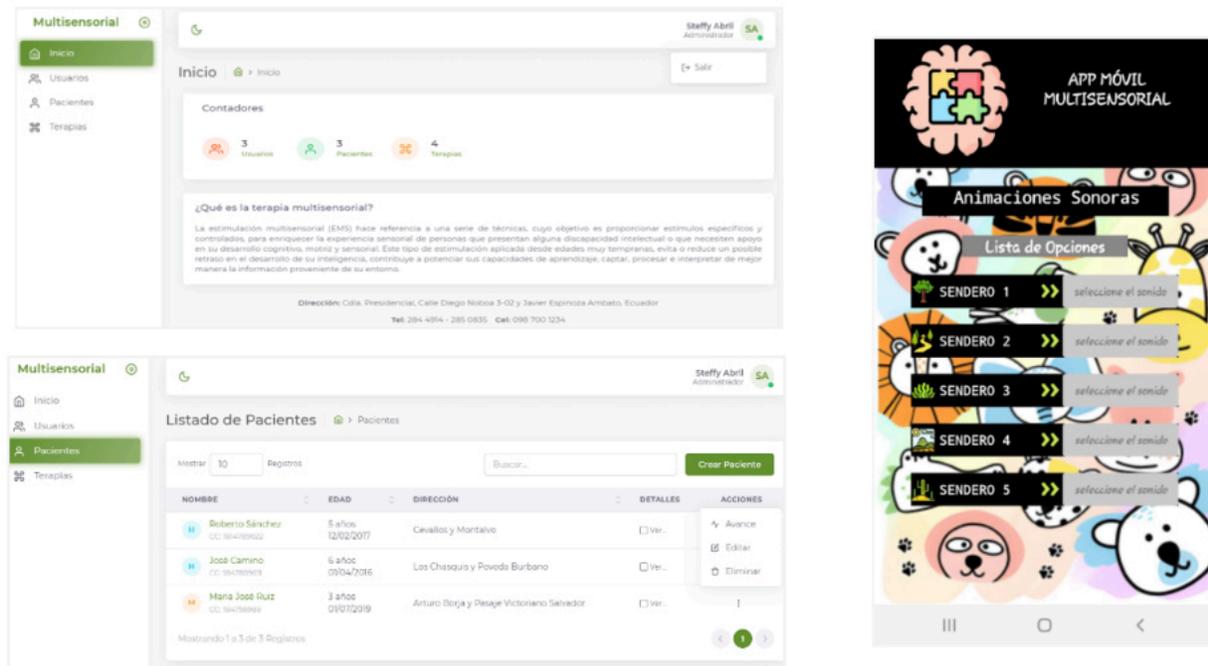


Fuente: Investigadores

Por otra parte, con el desarrollo de la app web se logró dar control y seguimiento a las terapias de los niños para conocer su evolución, ingresando a ella a través de cualquier dispositivo con acceso a internet; asimismo, con

la app móvil se facilitó la gestión de recursos para personalizar las terapias en los paneles de manera ágil y sencilla.

Figura 5. Ecosistema Digital: Aplicación web y móvil.



Fuente: Investigadores

Para la puesta en práctica del ecosistema digital se acordó un convenio de cooperación con el Centro de Rehabilitación Física y Neurológica “Bendiciones”, especialistas en mejorar el desarrollo neurológico, cognitivo, emocional y motriz en niños con capacidades especiales o personas que necesiten apoyo terapéutico. Para ello, se trabajó con 3 niños que padecen de síndrome de Down y realizan esta terapia en el centro. Cabe mencionar que, previamente se solicitó el permiso de sus padres para llevar a cabo las pruebas. Estas fueron realizadas en infantes entre los 3 y 5 años ya que la terapia multisensorial posee mayor eficacia a edades tempranas,

por el hecho que el cerebro de un niño posee mayor plasticidad creando así un aprendizaje significativo.

Los niños realizaron 3 sesiones en diferentes días, durante las cuales el terapeuta pudo supervisar la terapia de cada uno mediante el uso de la aplicación web. Esto a través de las gráficas de evolución proporcionadas por la app y el reporte detallado de su progreso.

Como resultado basándose en cada una de las gráficas de control de cada paciente, existió una evolución en todos los niños debido a que fue una forma diferente de impartir la terapia respecto a la que normalmente recibían. Adicionalmente, se pudo observar que los pacientes se sentían entusiasmados con deseo de continuar



participando activamente en la terapia. Es importante conocer que, el porcentaje de mejora de los niños en su tercera sesión respecto a la primera y a la terapia original fue del 98,67%, esto se evidenció en el desarrollo de sus capacidades cognitivas como la atención, concentración, memoria, percepción y lenguaje; así como, los niños lograron tener confianza en sí mismos e independencia, lo cual favoreció a su situación personal y social. Con base en estos resultados, se concluye que a medida que los niños realicen más sesiones, sus resultados progresarán de manera significativa.

Adicionalmente, para la validación del proyecto investigativo, se realizó una encuesta a los terapeutas del centro y padres de familia de los niños involucrados, con el fin de conocer su percepción y opinión sobre la funcionalidad y beneficio del ecosistema digital en la terapia multisensorial. Para lo cual, se elaboró un cuestionario, mismo que se validó a través del coeficiente Alfa de Cronbach debido a que el instrumento se estructuró con escalas ordinales de 5 niveles de respuesta (escala de Likert) obteniendo un valor de 0,878, indicando que posee consistencia interna.

Como resultado de la encuesta se obtuvo una percepción altamente positiva; por el hecho que los terapeutas consideran estar en un 100% “Totalmente de acuerdo” en que el ecosistema implementado ayuda a fortalecer la terapia multisensorial de una forma innovadora y dinámica, mejorando de esta manera el proceso de intervención terapéutica que se realiza en el Centro. De igual forma, en cuanto a los diseños, materiales usados y las actividades que los niños realizan en los distintos paneles, un 87% están “Totalmente de acuerdo” que son adecuados para un completo desarrollo sensorial. Así mismo referente a la aplicación web, prevalece un 73% estar “Totalmente de acuerdo” que esta es útil en el control de la terapia multisensorial en los niños con síndrome de

Down y en cuanto a su facilidad de uso consideran en un 93% que es “Totalmente fácil”.

## CONCLUSIONES

La realización de una previa investigación bibliográfica y de campo con profesionales del área fue un paso esencial ya que brindó una visión profunda y fundamentada sobre las necesidades específicas de los niños con síndrome de Down en términos de estimulación multisensorial y desarrollo integral. Con aquello se definió las actividades y requerimientos incluidos en el ecosistema según el enfoque de Gimeno y Rico.

En conclusión, el ecosistema digital se diseñó cuidadosamente para proporcionar un alto grado de independencia al niño durante la terapia, lo que le permite interactuar de manera autónoma con el sistema. Gracias a su estructura electrónica, se logró una detección precisa de los movimientos y acciones del niño mediante sensores, lo que activa de forma dinámica y automática los dispositivos actuadores. Por otro lado, la aplicación web, alojada en la nube de AWS, ha sido desarrollada con el framework Laravel y la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC), lo que ha brindado una plataforma robusta y dinámica con mayor seguridad y organización en el código fuente. Esto permite un fácil acceso desde cualquier dispositivo con conexión a internet, sin necesidad de instalaciones previas, y asegura una escalabilidad óptima para futuras mejoras y expansiones.

Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas con los niños y la encuesta, reflejan que el ecosistema digital tuvo gran incidencia en la forma de impartir la estimulación multisensorial, considerándolo una nueva herramienta innovadora para las terapias desde el ámbito del desarrollo tecnológico. Adicionalmente, la versatilidad del ecosistema digital constituye una base prometedora para desarrollar intervenciones similares destinadas a



otros trastornos o enfermedades, logrando diversificar y crear nuevas formas de realizar los tratamientos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, M. (2019). Implementación de un equipo electrónico para soporte a la estimulación multisensorial: visual, auditiva, de memoria y atención en niños de 2 a 5 años del CEIAP. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Díaz, S. (2016). Genómica del síndrome de Down. *Acta Pediátrica de México*, 37(5), 289-296.
- Duchi, H. (2018). Diseño, desarrollo e implementación de una sala multisensorial para las personas de la tercera edad. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Flórez, J. (2022). La percepción en el Síndrome de Down. Santander: Fundación Iberoamericana Down21.
- González, S. (2018). Sistema multisensorial para estimulación de motricidad gruesa en niños menores a 6 años con discapacidad intelectual. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Gualpa, R., & Sarco, D. (2021). Habilidades psicomotrices en el adulto mayor a través de la estimulación multisensorial. *MEDICIENCIAS UTA*, 5(4.1), 87-91.
- Morocho, R. (2019). Diseño y Contrucción de 2 módulos digitales para la estimulación sensorial y motriz en niños de 2 a 5 años. Cuenca: Instituto de Tecnologías Sudamericano.
- Ocapana, J. (2018). Efectos inmediatos de hipoterapia en el tono y equilibrio en niños de 2-10 años, con Síndrome de Down, valorado mediante la escala de Campbell y Tinetti. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- OMS. (2013). El desarrollo del niño en la primera infancia y la discapacidad. Malta: OMS.
- ORTOTECSA. (2018). Salas Multisensoriales Snoezelen. Madrid: ORTOTECSA.
- Ramírez, A. (2018). La Sala Multisensorial en el desarrollo propioceptivo de los niños de 0 a 3 Años con Síndrome de Down que acuden al Centro Inclusivo de Discapacidades El Peral. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- UNIR. (2020). Estimulación temprana: qué es y cuáles son sus ventajas. Logroño: Universidad Internacional de La Rioja.