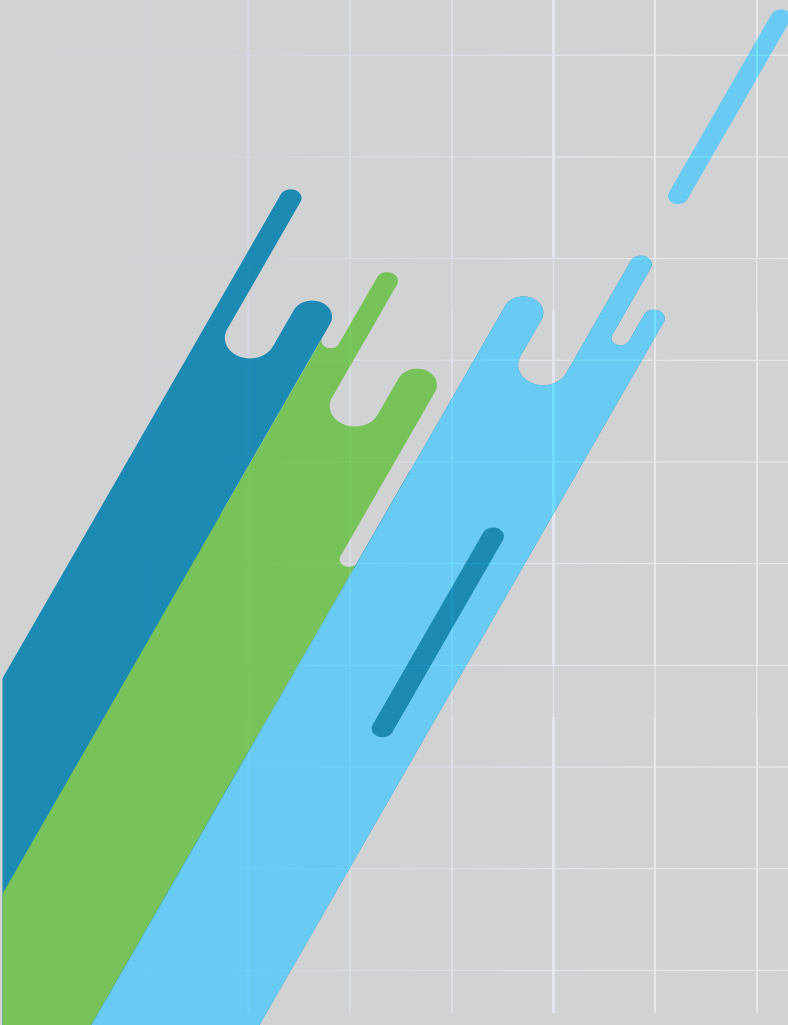


CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS TÁCTILES PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL UTILIZANDO MICROCONTROLADORES



CONSTRUCCIÓN DE TABLEROS TÁCTILES PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL UTILIZANDO MICROCONTROLADORES
CONSTRUCTION OF TOUCH BOARDS TO FACILITATE LEARNING IN CHILDREN WITH INTELLECTUAL DISABILITY USING MICROCONTROLLERS

**Zabala Barragan Leticia Aurelina¹,
Alvarez Brito Héctor Vicente²,
Maza Salazar Stalyn Vladimír³**

¹ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, leticia.zabala@istcarloscisneros.edu.ec

² Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, hector.alvarez@istcarloscisneros.edu.ec

³ Instituto Superior Universitario Carlos Cisneros, Ecuador, stalyn.maza@istcarloscisneros.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de Vinculación con la sociedad en la Unidad Educativa Especializada Carlos Garbay, con estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Carlos Cisneros con condición Universitaria. Mediante la solicitud de repotenciar las diferentes unidades. En la entrevista con los profesores se evidencia el uso de pictogramas en los procesos educativos para niños con discapacidad intelectual, ya que es una de las principales técnicas usadas por los profesores con sus estudiantes. Existen láminas para la enseñanza de procesos de aseo personal, hora de la comida, aprendizaje de colores, números, etc. Se ha considerado que esta técnica es susceptible de mejora incluyendo la capacidad de que el estudiante escoja mediante botones las tareas adecuadas, como colores, números, etc.

En este sentido el proyecto se enfoca en modernizar y mejorar la automatización del proceso educativo al reemplazar las hojas de papel con módulos didácticos desarrollados mediante el uso de microcontroladores. Para la obtención del prototipo se han desarrollado varias etapas, desde el diseño del circuito impreso, desarrollo y programación del algoritmo para el microcontrolador y el ensamblaje de los componentes. Se destaca la importancia del modelado en 3D para la visualización y las pruebas antes de la construcción física.

El diseño del tablero parte de las láminas con pictogramas que usan los profesores de la Unidad Educativa especializada Carlos Gargay, las mismas son usadas como apoyo sensorial a las actividades que desarrolla cada profesor en clase. el presente módulo pretende ser el punto de partida para un estudio sobre las mejoras que se pueden obtener en los procesos de enseñanza de los niños con discapacidad intelectual al incluir material didáctico que usa nuevas tecnologías.

Palabras clave: aprendizaje, módulos táctiles, microcontroladores, discapacidades.

ABSTRACT

This work was carried out within the framework of the Community Engagement project at the Carlos Garbay Specialized Educational Unit, in collaboration with students from the Carlos Cisneros Higher Technological Institute. The project aimed to enhance various teaching units. During interviews with the teachers, it became evident that pictograms are used in the educational processes for children with intellectual disabilities, as one of the primary techniques employed by the teachers with their students. There are visual aids for teaching personal hygiene, mealtime, learning colors, numbers, and more. It has been considered that this technique can be improved by allowing the students to select appropriate tasks through buttons, such as colors, numbers, etc.

In this context, the project focuses on modernizing and improving the automation of the educational process by replacing paper sheets with didactic modules developed using microcontrollers. To obtain the prototype, several stages were undertaken, including the design of the printed circuit board, algorithm development and programming for the microcontroller, and component assembly. The importance of 3D modeling for visualization and testing before physical construction is highlighted.

The design of the board is based on the pictogram sheets used by the teachers at the Carlos Garbay Specialized Educational Unit. These sheets serve as sensory support for the activities carried out by each teacher in the classroom. This module aims to be the starting point for a study on the improvements that can be achieved in the teaching processes for children with intellectual disabilities by including didactic materials that utilize new technologies.

Keywords: learning, tactile modules, microcontrollers, disabilities.

Recibido: 18/09/2023
Received: 18/09/2023

Aceptado: 27/10/2023
Accepted: 27/10/2023

1. INTRODUCCIÓN

La inclusión educativa es un derecho fundamental que permite a todos los niños aprender juntos, independientemente de sus habilidades o discapacidades. La inclusión educativa es un derecho fundamental lo determina la constitución de la república del Ecuador. Sin embargo, los niños con discapacidad intelectual pueden enfrentar desafíos únicos en el proceso de aprendizaje. En este contexto, surge la necesidad de herramientas pedagógicas innovadoras y accesibles que puedan facilitar su aprendizaje.

Trabajos afirman que el uso de herramientas computacionales favorecen el aprendizaje en este tipo de discapacidades especiales [1], El uso de dispositivos electrónicos permiten captar la atención de los niños facilitando que las terapistas puedan realizar de mejor manera los procesos de enseñanza con las terapias. Otro aspecto importante fue la facilidad de uso que tiene el dispositivo al utilizar los pacientes en cada una de las terapias [2]

Cada niño con discapacidad es un mundo único que requiere cuidado y atención personalizada. La realidad actual que viven los países de Latinoamérica, tanto en el ámbito económico como en el de desarrollo, hace que el cuidado y la educación de estos niños represente un reto para sus familiares, maestros y su entorno en general [3]

Según el artículo [4], indica que la discapacidad intelectual afecta la manera en que se recibe, procesa y organiza la información, también dificulta el aprendizaje de aptitudes académicas y dificulta la relación social.

Por otro lado en el artículo [5], hace énfasis en la falta de equipamiento adecuado, y la necesidad de aportar con este sector vulnerable. A si también. El artículo [6] exponen que las herramientas didácticas desarrolladas alcanzan impacto social representado en integración escolar, equiparación de oportunidades, costos y tecnología.

En este contexto, surge la necesidad de herramientas pedagógicas innovadoras y accesibles El objetivo del trabajo es la automatización de las plantillas de hojas por tableros didácticos y proporcionar una herramienta educativa que sea tanto funcional como atractiva para los niños.

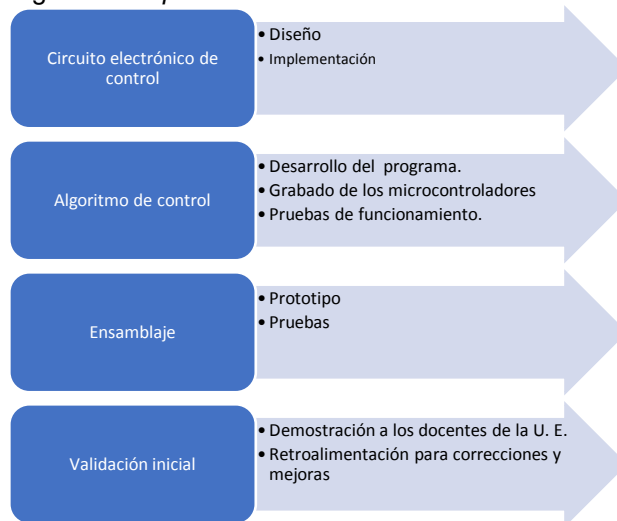
2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el diseño del tablero didáctico se ha utilizado únicamente metodología cualitativa, ya que se ha partido de la experiencia docente de los profesionales que desarrollan su labor en la Unidad Educativa Carlos Gargay, mediante entrevistas y reuniones de trabajo se levantaron requerimientos funcionales del mismo. Posterior al proceso de construcción se utilizará metodologías tanto cualitativas como cuantitativas, para medir el efecto de la utilización del mismo en los procesos de enseñanza, tales como entrevistas, resultados de pruebas diagnósticas, registros de calificación, tratando de determinar estadísticamente si han existido mejoras significativas en los procesos de aprendizaje.

En el desarrollo del módulo didáctico para el aprendizaje de niños con discapacidad mediante el uso de un teclado basado en microcontroladores, se propone 4 etapas principales que se listan a continuación:

- Circuito electrónico de control.
- Algoritmo de control.
- Ensamblaje y pruebas.
- Validación inicial

Figura 1: *Etapas del desarrollo del tablero didáctico*



Fuente: los autores

El detalle del desarrollo de cada etapa se puede encontrar a continuación:

En el proceso de desarrollar un módulo prototipo para el aprendizaje de diversas temáticas, como actividades diarias, comidas, objetos, colores y otros

temas, se parte de la idea de automatizar el material didáctico con el que cuenta la institución.

En lugar de utilizar láminas de papel, se emplean módulos didácticos que han sido desarrollados mediante el uso de microcontroladores. Este enfoque busca modernizar y mejorar la automatización del proceso educativo, proporcionando una experiencia interactiva y efectiva para los estudiantes mediante el uso de un teclado.

Figura 2: Material didáctico de la unidad educativa.

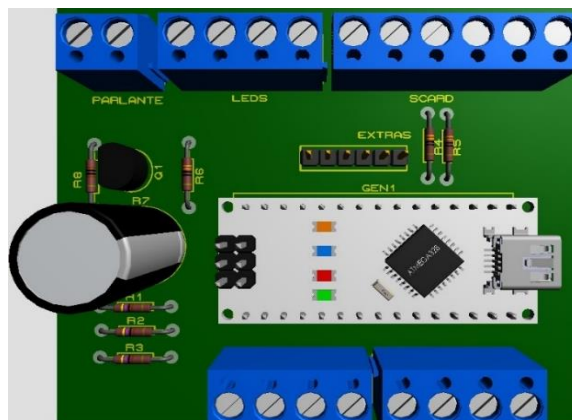


Fuente: Unidad Educativa Carlos Garbay

La implementación del prototipo se inicia con la etapa de diseño del circuito impreso, la cual es esencial para el desarrollo del proyecto. A continuación, se procede a la transferencia de este diseño a una placa de cobre mediante el proceso de estampado. Este paso es fundamental ya que permite obtener de la tarjeta impresa final que será empleada en la fase de pruebas y ensamblaje final.

Como siguiente paso en el desarrollo del proyecto, se realiza el modelado en tres dimensiones (3D) del circuito. Esta representación tridimensional permite visualizar la ubicación de los componentes y preestablecer el producto final para el proceso de ensamblaje que se llevará a cabo en una fase posterior. Este modelado es esencial para realizar pruebas y verificaciones necesarias antes de proceder con la construcción física del prototipo.

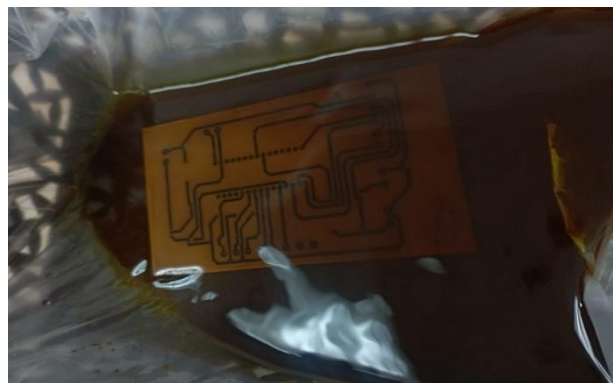
Figura 3: Diseño del circuito



Fuente: los autores

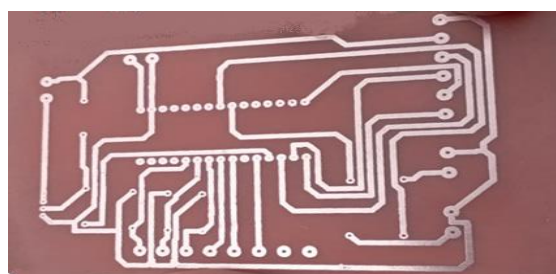
El diseño del circuito y su posterior transferencia a la placa de cobre son pasos cruciales en el camino hacia la implementación exitosa del prototipo. Estos procesos aseguran la fabricación de una tarjeta de circuito impreso funcional que servirá como componente esencial en la construcción final del dispositivo.

Figura 4: Placa sumergida en el corrosivo.



Fuente: los autores

Figura 5: Circuito impreso al salir del ácido.

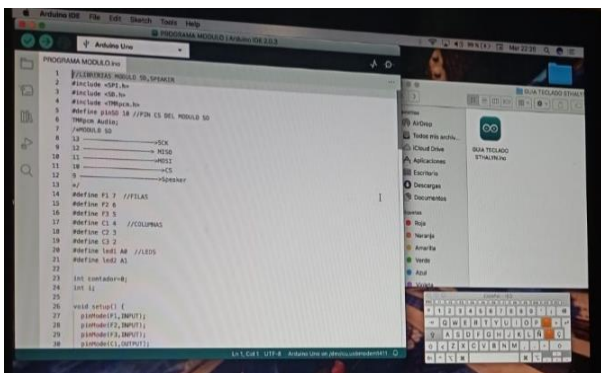


Fuente: los autores

Una vez que se ha obtenido el circuito impreso, el siguiente paso crítico consiste en llevar a cabo la programación de los microcontroladores. Esta fase es esencial, ya que permite la gestión y control de los diferentes módulos que serán necesarios en las etapas posteriores del ensamblaje. A través de la programación, se habilita la funcionalidad y la coordinación de estos componentes de manera eficaz.

La programación de los microcontroladores se posiciona como una etapa clave en la secuencia de desarrollo, brindando la capacidad de gobernar los diversos módulos que serán incorporados posteriormente. Esta programación es de gran importancia para asegurar que el prototipo opere de manera óptima y cumpla con los objetivos previamente establecidos.

Figura 6: Módulo de programación de microcontroladores

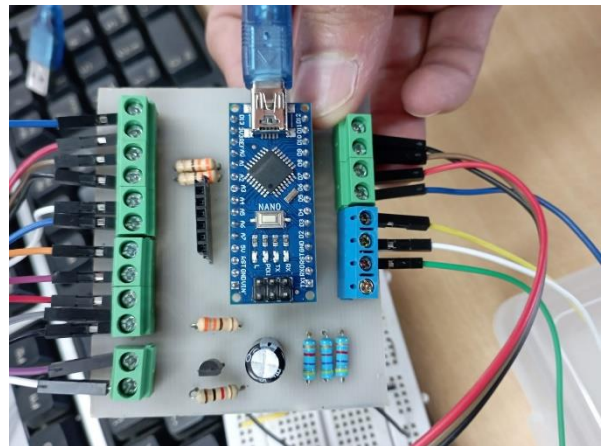


Fuente: los autores

La programación de los microcontroladores marca un hito significativo en el proyecto, y a partir de este punto, se procede con el ensamblaje de los distintos circuitos y elementos que conformarán el prototipo. Mediante este proceso se materializa la funcionalidad y la interacción de los componentes diseñados, dando vida al proyecto en su conjunto.

Como se puede evidenciar el ensamblado representa un paso primordial hacia la culminación del proyecto, ya que integra todos los elementos programados y físicos en una unidad funcional. Esta fase es crucial para garantizar que el prototipo operará de acuerdo a las especificaciones previamente definidas y cumplirá con los objetivos de diseño.

Figura 7: Ensamblaje de componentes electrónicos

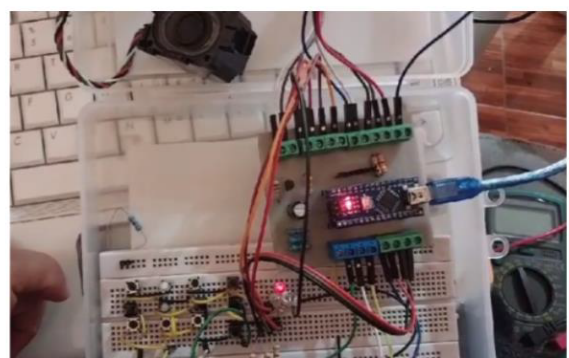


Fuente: los autores

Después de haber llevado a cabo la fase de ensamblaje, se da inicio a una serie de pruebas que son necesarias para alcanzar una configuración óptima del prototipo. Estas pruebas desempeñan un papel fundamental en el proceso, ya que tienen como objetivo garantizar que el proyecto funcione de manera eficiente y esté en línea con los estándares de funcionales establecidos. A través de estas pruebas, se verifica el funcionamiento de los componentes individuales, así como su integración en el conjunto, permitiendo ajustes y mejoras según sea necesario.

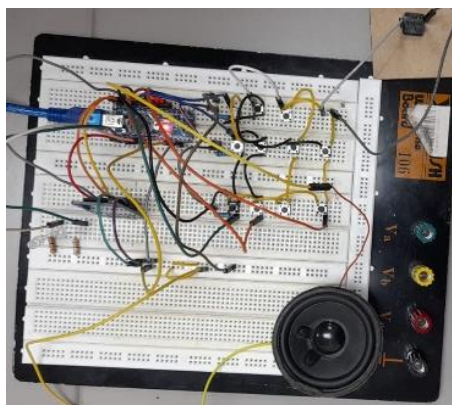
Por lo tanto, esta fase permite la integración de cambios o reajustes que resuelvan cualquier problema potencial para el perfeccionamiento del prototipo, asegurando que esté listo para cumplir con sus funciones previstas.

Figura 8: Inicio de la fase de pruebas



Fuente: los autores

Figura 9: Implementación ampliada



Fuente: los autores

Paralelamente al progreso en el desarrollo de su circuito de control, es necesario la implementación previa de los diversos componentes, para las pruebas de funcionalidad inicial, en este proceso se refleja la creación y configuración de la interfaz visual que permitirá la interacción y visualización del prototipo.

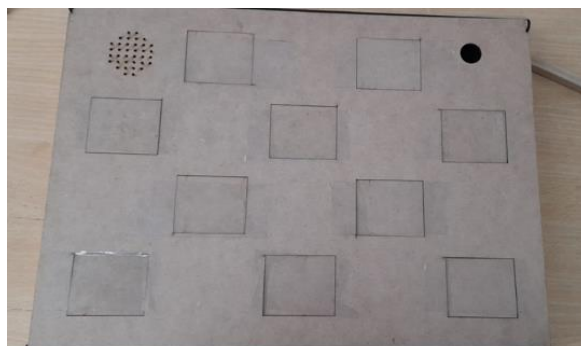
La atención dedicada al diseño y la implementación del componente de presentación es fundamental para asegurar que el proyecto funcione de manera integral y efectiva. Estas figuras proporcionan una visión clara de cómo se aborda este componente, destacando su importancia en el desarrollo global del prototipo.

Figura 10: Carcasa básica del



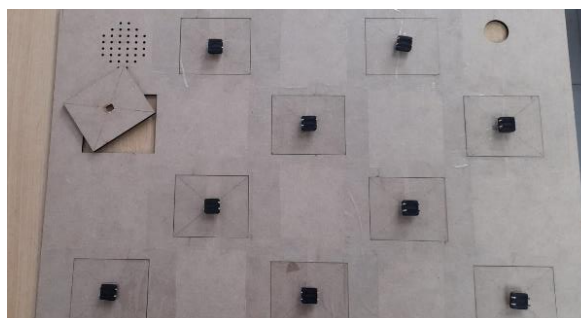
Fuente: los autores

Figura 11: Tapa superior del prototipo



Fuente: los autores

Figura 12: Cubierta superior con sus respectivos pulsadores



Fuente: los autores

Una vez culminadas todas las etapas de construcción requeridas, se presenta el prototipo funcional.

El prototipo ha pasado por una etapa inicial de validación donde el personal docente de la Unidad Educativa Carlos Garbay ha verificado las funcionalidades del tablero didáctico.

Este prototipo ahora se encuentra preparado para su adaptación mediante la incorporación de las plantillas de aprendizaje pertinentes. Esta fase de personalización permitirá ajustar el prototipo según las necesidades específicas de enseñanza y aprendizaje.

3. RESULTADOS

La presentación del prototipo ensamblado marca un hito importante en el proyecto, ya que señala la transición hacia la etapa de personalización y adaptación del dispositivo para su aplicación educativa.

Como resultados relevantes del primer proceso de validación se pueden anotar los siguientes:

- El prototipo responde a los requerimientos levantados en los procesos de entrevistas.
- Mediante la presión de un botón cambia entre las diferentes funcionalidades.
- Las funcionalidades actualmente disponibles son: actividades de aseo personal, aprendizaje y reconocimiento de colores, juego didáctico con canciones, con el control de volumen respectivo.

Figura 13: Prototipo básico ensamblado



Fuente: los autores

3. DISCUSIÓN

De acuerdo a la investigación realizada se han analizado trabajos orientados a atender necesidades de las personas con diferentes discapacidades como es el caso del "SEMLEB una Herramienta Para La Enseñanza De La Lecto-Escritura En Niños Con Discapacidad Visual" [7], el "Desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático basados en plataformas open-hardware y open-software, aplicados a un módulo de educación básica inclusiva" [8], también el "Desarrollo de un módulo "off-line" que permita el funcionamiento de un dispositivo de aprendizaje del alfabeto braille" [9]. Por otro lado el "Diseño y desarrollo de un módulo para determinar la postura humana empleando técnicas de visión artificial y reconocimiento de patrones como herramienta de soporte en el

desarrollo de la motricidad gruesa de niños con discapacidad" [10]. Finalmente el "Desarrollo de un módulo lector braille electrónico para personas con discapacidad visual orientado a portabilidad y ergonomía" [11], entre otros, que en su conjunto se enfocan a la implementación de herramientas que ayudan a mejorar aspectos como lectura, escritura, motricidad fina, aportando así de forma significativa a procesos de enseñanza aprendizaje.

Es necesario discernir que las técnicas tradicionales han sido un eje fundamental para la aplicación de metodología al momento de generar aprendizaje significativo en niños con discapacidad, sin embargo, la inclusión de la tecnología apoya al proceso de alfabetización, motricidad y autonomía, tal como lo exponen en los trabajos [9], [11], [12].

En cuanto a módulos similares al que se desarrolla en el presente trabajo no se identifica la existencia dentro del entorno, por lo que serviría de base para otros investigadores que quieran emprender en enfoques similares que se encuentran descritos en las conclusiones.

4. CONCLUSIÓN

El trabajo se ha centrado en la automatización del material didáctico de la Unidad educativa especializada Carlos Garbay, buscando reemplazar las hojas de papel con módulos didácticos basados en microcontroladores, listo para personalizarse mediante la incorporación de las plantillas de aprendizaje necesaria, ofreciendo una experiencia interactiva y efectiva para estudiantes.

Se ha considerado la etapa de programación como el elemento más relevante del desarrollo donde se debió conjugar tanto el manejo de dispositivos de almacenamiento como lo es una memoria SD para los archivos de audio, dispositivos de salida de audio con etapa de amplificación y el manejo de teclas para la manipulación por los usuarios.

En la realización de los audios se debió considerar las recomendaciones de los profesores de la unidad educativa para que estén acordes a las necesidades de los niños con discapacidad intelectual.

El presente proyecto es el punto de partida para investigaciones futuras donde se pretende cuantificar el efecto que tendría la inclusión de material didáctico interactivo en procesos educativos en niños con discapacidad intelectual, en donde las

primeras valoraciones se harán con el teclado presentado.

El módulo con las funcionalidades descritas será entregado a los docentes de la Unidad Educativa especializada Carlos Garbay de la ciudad de Riobamba, donde el mismo será incluido dentro de los procesos de enseñanza a niños con discapacidad intelectual.

5. AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento y admiración por el excepcional trabajo que realizan día a día los docentes de la Escuela especializada Carlos Garbay en atención a niños y jóvenes con discapacidad en la ciudad de Riobamba, así también por la apertura para que los jóvenes de la institución aporten con un granito de arena.

También quiero felicitar a los jóvenes que bajo mi supervisión han realizado no solo un trabajo técnico, sino también por su dedicación al hacer del mundo un lugar más inclusivo y accesible para todos. Han demostrado que la tecnología puede ser una fuerza poderosa para el bien, y estoy seguro de que su proyecto inspirará a muchos otros jóvenes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] U. E. Gómez Prada, «Diseño de un software para favorecer el aprendizaje de estudiantes con necesidades especiales», 2010. <https://www.redalyc.org/pdf/4136/413635664008.pdf> (accedido 13 de septiembre de 2023).
- [2] A. Illescas y C. Geovanny, «Diseño y desarrollo de una caja multi-modular interactiva para el soporte de la terapia del lenguaje para niños con discapacidad y desórdenes de la comunicación».
- [3] C. Timbi-Sisalima, V. Robles-Bykbaev, E. Guifiansaca-Zhagüi, M. Capón-Albarracín, y G. Ochoa-Arévalo, «ADACOF: una aproximación educativa basada en TIC para el aprendizaje digital de la articulación del código fonético en niños con discapacidad», *Perfiles Educ.*, vol. 37, n.º 149, pp. 187-202, sep. 2015.
- [4] D. Zapata, J. Malasha, y M. Rodríguez, «EL ANIMAL KINGDOM COMO HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE DE NIÑOS CON DISCAPACIDAD INTELECTUAL», *Gente Clave*, vol. 7, n.º 2, Art. n.º 2, jul. 2023, Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://revistas.ulatina.edu.pa/index.php/genteclave/article/view/287>.
- [5] M. D. Angamarca Castillo y G. M. Angamarca Naula, «Diseño y construcción de módulos de estimulación de sensopercepciones con una interfaz de control a partir de señales de frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno», bachelorThesis, 2022. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21937>.
- [6] «El SEMLEB Una Herramienta Para La Enseñanza De La Lecto-Escritura En Niños Con Discapacidad Visua», 2008. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.iiis.org/cds2008/cd2008csc/CISCI2008/PapersPdf/C673JL.pdf>
- [7] H. A. Galarza Vecilla, «Análisis, estudio y diseño de prototipo del módulo de evaluación/valoración de terapias proyecto FCI 011 – TEMONET en fase II de la Universidad de Guayaquil», Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Networking y Telecomunicaciones, 2021. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/60710>
- [8] S. J. Sarmiento Sinche, «Desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático basados en plataformas open-hardware y open-software, aplicados a un módulo de educación básica inclusiva.», bachelorThesis, 2019. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/24335>
- [9] L. A. N. Lagos, «DESARROLLO DE UN MÓDULO "OFF-LINE" QUE PERMITA EL FUNCIONAMIENTO DE UN DISPOSITIVO DE APRENDIZAJE DEL ALFABETO BRAILLE», 2021.
- [10] L. G. Aguilar Siguenza, «Diseño y desarrollo de un módulo para determinar la postura humana empleando técnicas de visión artificial y reconocimiento de patrones como herramienta de soporte en el desarrollo de la

motricidad gruesa de niños con discapacidad», masterThesis, 2020. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18689>.

- [11] P. A. Montalvo Aguilar, «Desarrollo de un módulo lector braille electrónico para personas con discapacidad visual orientado a portabilidad y ergonomía», bachelorThesis, 2021. Accedido: 13 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19987>
- [12] C. Hernández, L. F. Pedraza, y D. López, «Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes», *Rev. Salud Pública*, vol. 13, n.º 5, pp. 865-873, oct. 2011, doi: 10.1590/S0124-00642011000500015.

