



CARRERA DE DESARROLLO DE SOFTWARE

TEMA:

Alpha Braille: Diseño de dispositivo electrónico autónomo para la enseñanza aprendizaje de braille en ANVIZSUC

AUTOR:

Gabriel Mateo Campo Guerrero

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
Tecnólogo en Desarrollo de Software

TUTORES:

Mgs. Galo Hurtado Crespo

CUENCA – ECUADOR, 2025

DERECHOS DE AUTOR

Los derechos de esta obra son irrenunciables y corresponden a su **AUTOR**, incluido sus derechos patrimoniales. El **Instituto Tecnológico Superior Particular Sudamericano** tiene licencia gratuita e intransferible sobre esta obra para uso no comercial, de necesitar uso comercial requiere autorización de su titular.

CARRERA DE DESARROLLO DE SOFTWARE
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR
Aprobación del Trabajo de Titulación

Doy fe que el trabajo desarrollado por el/la/s estudiantes: CAMPO GUERRERO GABRIEL MATEO, con el título "Alpha Braille: Diseño de dispositivo electrónico autónomo para la enseñanza-aprendizaje de Braille en ANVIZSUC", cumple con los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

Atentamente,



GALO PATRICIO HURTADO CRESPO

0302477690



DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, **CAMPO GUERRERO GABRIEL MATEO**, estudiante del Instituto Tecnológico Superior Particular Sudamericano de la ciudad de Cuenca - Ecuador, que cursó la Tecnología en Desarrollo de Software, declaro en forma libre y voluntaria que la presente investigación que versa sobre **"Alpha Braille: Diseño de dispositivo electrónico autónomo para la enseñanza-aprendizaje de Braille en ANVIZSUC"** así como las expresiones vertidas en la misma, son autoría del compareciente, quien ha realizado en base a recopilación bibliográfica, consultas de internet y consultas de campo.

En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad de la misma y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto.

Atentamente,



CAMPO GUERRERO GABRIEL MATEO
Cédula: 0104982756



DEDICATORIA

A mis padres, Fernando y Catalina, por su apoyo inquebrantable, por enseñarme con su ejemplo el valor de la constancia y por acompañarme hasta este momento de culminación académica; su confianza en mí ha sido el pilar de este logro.

A mis hermanos, cuyo aliento constante, sus palabras oportunas y su complicidad en cada paso fortalecieron mi ánimo y transformaron los desafíos en metas alcanzables.

A mis compañeros de la carrera, por la cooperación intelectual, las ideas compartidas y por celebrar juntos cada avance; su camaradería ha sido fundamental en este trayecto.

Finalmente, a todos los autores e investigadores cuyas contribuciones bibliográficas enriquecieron el contenido de este trabajo; este logro también es un reconocimiento a su legado de conocimiento.

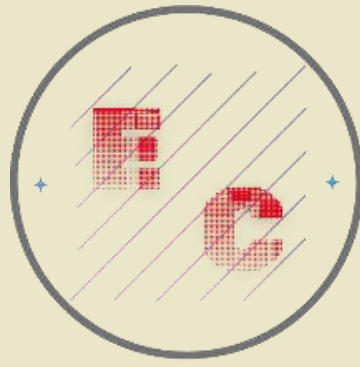
AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Mgs. Galo Hurtado Crespo, mi tutor académico, por su valiosa orientación, sus observaciones precisas y su constante disposición para brindarme apoyo en cada etapa de este trabajo. Sus sugerencias críticas y su dedicación exigente elevaron la calidad de esta investigación.

A los docentes del Instituto Tecnológico Superior Particular Sudamericano, por compartir sus conocimientos y experiencias, y por fomentar un ambiente académico riguroso que me preparó para afrontar los retos de este proyecto.

A mis compañeros de carrera, por el intercambio de ideas, la colaboración en proyectos conjuntos y por el ánimo constante durante las jornadas de estudio; su solidaridad y compañerismo hicieron más llevadero este recorrido.

Finalmente, agradezco a mi familia, especialmente a Fernando y Catalina, por su respaldo incondicional y por creer siempre en mí; su confianza me otorgó la fortaleza necesaria para concluir exitosamente este trabajo.



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 2, Número 2
Abril - Junio 2025

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 2, Número 2
abril- junio 2025

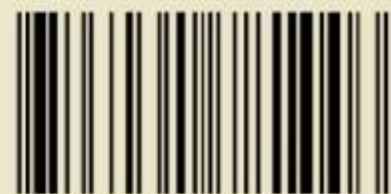
Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

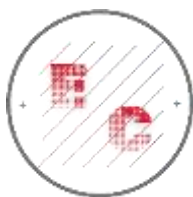
Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 2, Núm. 2, abril-junio 2025, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 abril 2025.



**Revista Multidisciplinar Epistemología de las
Ciencias**

Volumen 2, Número 2, 2025, abril-junio

DOI: <https://doi.org/10.71112/a3w2j631>

**ALPHA BRAILLE: DISEÑO DE DISPOSITIVO ELECTRÓNICO AUTÓNOMO PARA
LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE BRAILLE EN ANVIZSUC**

**ALPHA BRAILLE: DESIGN OF AN AUTONOMOUS ELECTRONIC DEVICE TO
SUPPORT BRAILLE TEACHING AND LEARNING AT ANVIZSUC**

Gabriel Mateo Campo Guerrero

José Antonio Vera Montes

Galo Patricio Hurtado Crespo

Ecuador

**Alpha Braille: Diseño de dispositivo electrónico autónomo para la
enseñanza aprendizaje de Braille en ANVIZSUC**

**Alpha Braille: Design of an autonomous electronic device to support
Braille teaching and learning at ANVIZSUC**

Gabriel Mateo Campo Guerrero

gmcampo@sudamericano.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-7862-1929>

Instituto Superior Tecnológico Sudamericano

Ecuador

José Antonio Vera Montes

javera@sudamericano.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-4003-9860>

Instituto Superior Tecnológico Sudamericano

Ecuador

Galo Patricio Hurtado Crespo

gphurtado@sudamericano.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7190-140X>

Instituto Superior Tecnológico Sudamericano

Ecuador

RESUMEN

El proyecto Alpha Braille se enfoca en el diseño de un dispositivo electrónico autónomo para la enseñanza del sistema de Braille a personas con discapacidad visual. El dispositivo integra una interfaz táctil con retroalimentación auditiva, promocionando una experiencia de aprendizaje interactiva. Según datos del Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS, 2024), en Ecuador existen 56.644 personas con discapacidad visual. De ellas, 3.714 se encuentra en la provincia del Azuay y 1.341 se encuentran en la provincia del Cañar, que, de acuerdo a su población general (227,578, (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC),



2024)) representa un mayor porcentaje de personas con discapacidad visual en comparación con Azuay a pesar de tener mayor población (801.609, (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2024)). Alpha Braille responde a esta necesidad desde un enfoque de diseño centrado en el usuario alineado con los objetivos de inclusión educativa en instituciones como

ANVIZSUC.

Palabras clave: braille; aprendizaje; autónomo; dispositivo electrónico; enseñanza

ABSTRACT

The Alpha Braille project presents the design of a autonomous electronic device aimed at supporting Braille literacy among individuals with visual impairments. The device integrates a tactile interface with auditory feedback to promote an interactive and multisensory learning experience. According to data from the National Council for the Equality of Disabilities

(CONADIS, 2024), there are 56,644 people with impairments registered in Ecuador. Of these,

3,714 are in the province of Azuay and 1,341 in Cañar. Although Azuay has a larger population (801,609, (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2024)) Cañar has a higher proportion of visually impaired individuals relative to its population (227,578, (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2024)).

Keywords: braille; learning; autonomous; electronic device; inclusive

Recibido: 14 de mayo 2025 | Aceptado: 31 de mayo 2025



INTRODUCCIÓN

En el contexto ecuatoriano, las personas con discapacidad visual enfrentan múltiples barreras en su acceso a una educación inclusiva de calidad. Una de las principales limitaciones es la escasa disponibilidad de dispositivos tecnológicos que faciliten el aprendizaje del sistema

Braille, herramienta fundamental para la alfabetización y el desarrollo académico de esta población. (Aquino Zúñiga Silvia Patricia et al., 2012). La falta de recursos adecuados no solo compromete el rendimiento escolar, sino que también restringe la autonomía y participación de estos estudiantes en entornos educativos.

Frente a esta problemática, el uso de tecnologías accesibles y de bajo costo se presenta como una alternativa viable como se menciona en el artículo de (Hurtado Galo et al., 2024) en la aplicación de tecnologías de bajo costo. En particular, el desarrollo de dispositivos electrónicos interactivos que pueden potenciar significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema Braille. Como se señala en el trabajo de (Sarango Espinoza et al., 2022), la tecnología actual ofrece soluciones prometedoras para superar estas barreras, permitiendo una mayor inclusión mediante el uso de herramientas adaptativas diseñadas para responder a las necesidades particulares de los usuarios con discapacidad visual.

En respuesta a las necesidades detectadas en contextos educativos con población con discapacidad visual, el proyecto Alpha Braille plantea el diseño de un dispositivo electrónico autónomo que facilite la enseñanza-aprendizaje del sistema Braille. Surge esta propuesta como una alternativa accesible y contextualizada para espacios como la Asociación de No Videntes del Azuay (ANVIZSUC), donde las limitaciones económicas y la escasa disponibilidad de recursos de bajo costo dificultan los procesos de alfabetización. Alpha Braille se concibe como una herramienta pedagógica inclusiva, adaptable y de bajo costo, diseñada para fortalecer la



independencia del estudiante, facilitar su participación activa en el proceso educativo y cerrar brechas tecnológicas que aún persisten en regiones como Azuay y Cañar.

La viabilidad del proyecto Alpha Braille se sustenta en experiencias previas exitosas dentro del contexto ecuatoriano, como la implementación del dispositivo “Braillet”, orientado al aprendizaje del sistema Braille en niños de entre 4 y 6 años. El dispositivo integro estímulos auditivos y táctiles mediante un sistema de casillas móviles que replicaban los puntos de Braille, acompañados de respuestas sonoras generadas por una Raspberry Pi, facilitando así un entorno lúdico y pedagógico basado en juegos, canciones y rimas (Álvarez et al., 2020). Los resultados obtenidos con “Braillet” evidencia que el uso de tecnologías accesibles y adaptadas a las necesidades sensoriales de los estudiantes con discapacidad visual pueden mejorar su proceso de aprendizaje, aumentar su motivación y fomentar su autonomía.

Así mismo, otros desarrollos tecnológicos en Ecuador, aunque no siempre centrados en el ámbito educativo han contribuido al fortalecimiento de la inclusión Un ejemplo es un dispositivo sonoro que mejora la orientación espacial de las personas con discapacidad visual durante el fútbol adaptado, mediante señales auditivas por pulsadores (Pérez Pérez et al., 2024). Aunque su enfoque es deportivo, los principios de accesibilidad, autonomía e interacción sensorial son perfectamente transferibles al entorno educativo.

También se han diseñado dispositivos para el aprendizaje del sistema Braille en niños no videntes de 3 a 5 años, utilizando hardware libre, audio y monitoreo en la nube (Valarezo Argudo et al., 2019); o herramientas que permiten tanto la lectura como la escritura Braille, mediante caracteres en relieve y retroalimentación por voz (Coyago Tutillo, 2021). Otros recursos incluyen juguetes educativos con



reconocimiento de voz (Burbano Chiscueth, 2020) y dispositivos de Pre-Braille con piezas en relieve y frases fonéticas (Avendaño et al., 2019).

El diseño de Alpha Braille se presenta como una propuesta innovadora y contextualizada que integra principios de accesibilidad, inclusión y sostenibilidad. El diseño del dispositivo está siendo desarrollado con criterios de eficiencia y escalabilidad, con el objetivo de ser replicado en otras organizaciones e instituciones del país con realidades similares.

METODOLOGÍA

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, empleando un diseño correlacional. Aunque no se implementó físicamente el prototipo se analizaron variables técnicas como el consumo energético, costo, compatibilidad funcional y disponibilidad de componentes con el fin de identificar relaciones que orienten la elección tecnológica más adecuada para el desarrollo del dispositivo Alpha Braille. Tal como plantea (Hernández Sampieri Roberto & Mendoza Christian, 2018), el diseño correlacional busca conocer el grado de asociación entre variables sin establecer relaciones de causalidad, siendo útil en estudios donde no se manipulan directamente las condiciones de entorno.

Fase 1: Criterios correlacionales

Se establecieron los siguientes criterios técnicos para la comparación:

- **Costo económico:** inversión necesaria para adquirir la placa base y sus componentes complementarios
- **Consumo energético/autonomía:** capacidad del sistema para operar de forma prolongada sin recarga continua.
- **Compatibilidad funcional:** posibilidad de integrar módulos de audio, botones físicos y almacenamiento.



- **Facilidad de implementación:** curva de aprendizaje, disponibilidad de documentación y soporte en el contexto local.
- **Accesibilidad en el mercado local:** disponibilidad de componentes y viabilidad de reposición en Ecuador.

Fase 2: Comparación técnica

A partir de documentación técnica oficial, se compararon las plataformas Arduino UNO, ESP32 y Raspberry Pi 3B+ según los criterios establecidos. La tabla comparativa destaca capacidades técnicas, costos, consumo y disponibilidad:

Tabla 1

Comparativa técnica de plataformas electrónicas para el diseño de Alpha Braille.

Criterio	Arduino UNO	ESP32	Raspberry Pi 3B+
Microcontrolador/CPU	ATmega328P, 8 bits, 16 MHz	Xtensa LX6 dual-core, 32 bits, hasta 240 MHz	Broadcom BCM2837B0, ARM Cortex-A53 quad-core, 1.4 GHz
Memoria RAM	2 KB SRAM	520 KB SRAM	1 GB LPDDR2
Almacenamiento	32 KB Flash (0.5 KB usados por bootloader)	4 MB Flash	Tarjeta microSD externa
Conectividad	Sin conectividad integrada	Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2	Wi-Fi 802.11ac de doble banda, Bluetooth 4.2 BLE, Ethernet 10/100 Mbps
Soporte de audio	Requiere módulo adicional (e.g., DFPlayer Mini MP3)	Compatible con DFPlayer Mini MP3	Salida de audio por HDMI o jack de 3.5 mm
Consumo energético	~50 mA en operación normal	~20.5 mA en modo activo; 160 μ A en modo de bajo consumo	Hasta 1.2 A (6 W) en operación normal
Voltaje de operación	5V	3.3V	5V
Costo estimado (USD)	\$6 – \$10	\$8 – \$12	\$35 – \$45
Tamaño físico	68.6 mm x 53.4 mm	Varía según el modelo; típicamente 51 mm x 25.5 mm	85.6 mm x 56.5 mm
Facilidad de programación	Alta (IDE de Arduino)	Alta (compatible con IDE de Arduino y otras plataformas)	Media (requiere conocimientos en sistemas Linux)



Disponibilidad en Ecuador	Alta (ampliamente disponible en tiendas locales y en línea)	Alta (ampliamente disponible en tiendas locales y en línea)	Media (disponibilidad limitada y precios más elevados)
---------------------------	---	---	--

Nota. Los datos han sido obtenidos y comparados a partir de las fichas técnicas oficiales de (*ESP32 Wi-Fi & Bluetooth SoC | Espressif Systems, 2025; Raspberry Pi Documentation, 2025; UNO R3 | Arduino Documentation, 2025*).

Análisis y selección de plataforma:

Arduino UNO: Aunque es ampliamente utilizado y fácil de programar, su limitada capacidad de procesamiento y memoria lo hacen menos adecuado para aplicaciones que requieren reproducción de audio y conectividad inalámbrica sin módulos adicionales.

ESP32: Ofrece un equilibrio óptimo entre capacidad de procesamiento, conectividad integrada (Wi-Fi y Bluetooth), soporte para módulos de audio como el DFPlayer Mini MP3, bajo consumo energético y costo accesible. Su tamaño compacto y facilidad de programación lo hacen ideal para dispositivos portátiles y autónomos como el Alpha Braille.

Raspberry Pi 3B+: Aunque cuenta con mayores capacidades de procesamiento y memoria, su mayor consumo energético, tamaño físico y complejidad en la programación (requiere conocimientos en sistemas Linux) lo hacen menos adecuado para el diseño de un dispositivo portátil y de bajo costo enfocado en la enseñanza del Braille.

Basado en la comparación técnica y considerando los objetivos del proyecto Alpha Braille, el **ESP32** es la plataforma más adecuada para el diseño del dispositivo, ofreciendo las características necesarias para una solución eficiente, económica y accesible en el contexto ecuatoriano.





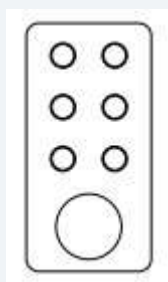
Fase 3: Diseño estructural y validación electrónica

Se toma como punto de partida el método Braille que es un sistema de puntos en relieve que permite a las con discapacidad visual acceder a la lectura, a la escritura y a la información. (¿QUÉ ES EL SISTEMA BRAILLE?, n.d.)

Fue inventado por Louis Braille hace más de 170 años y funciona normalmente con una celdilla o cajetín Braille compuesta de la siguiente forma:

Figura 1

Celdilla o cajetín Braille



La composición de los seis puntos permite realizar 64 combinaciones diferentes, que dan lugar a las distintas letras, números y signos de puntuación en el método Braille. Cuando se encuentra una celdilla sin ninguna marca, se identifica como un espacio en blanco, utilizado para separar palabras. Cabe aclarar que en cada cajetín solo se puede formar una letra. Por lo tanto, se concluye que el Braille fue creado para ser leído mediante el tacto, permitiendo que una persona con discapacidad visual no se pierda la información. En el proyecto a realizar se aplicará el abecedario en Braille.

Figura 2

Parte 1 del abecedario en Braille



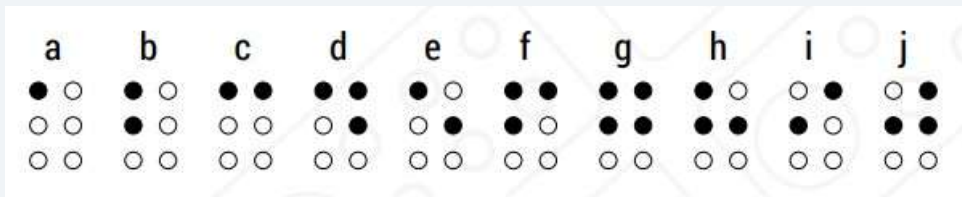


Figura 3

Parte 2 del abecedario en Braille

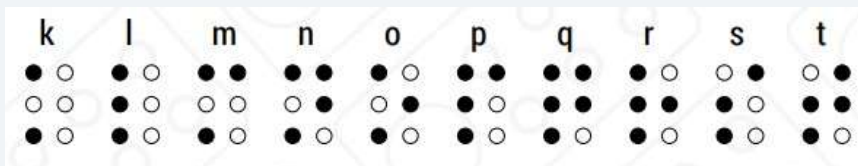
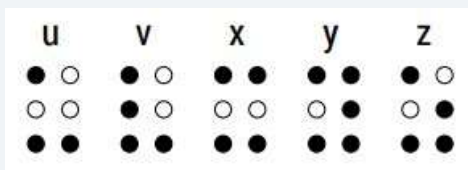


Figura 4

Parte 3 del abecedario en Braille



3.1 Materiales

Los componentes físicos necesarios, incluyendo el uso del ESP32 como microcontrolador central, son:

- 1 DFPlayer Mini MP3
- 1 memoria microSD de 2 GB
- 6 pulsadores enclavados de 4 pines
- 1 pulsador de 2 pines
- 1 parlante de 3W, 4 Ohm
- 1 switch de 2 pines
- 1 juego de jumpers



- 1 cable de datos
- 1 adaptador de pared de 5V
- 14 terminales
- 1 carcasa de acrílico negro

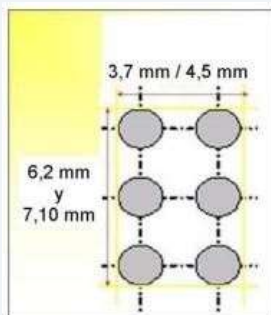
3.2 Diseño del prototipo

El Comité Braille Español señala que los caracteres que componen el signo Braille tienen un tamaño específico para poder leerse correctamente (Comisión Braille Española, 2024)

De esta manera se ha tomado en cuenta los parámetros establecidos dentro del Ecuador.

Figura 5

Diseño prototipo dispositivo Alpha Braille



Nota. Tiene un ancho de 6,2 mm y 7,10mm, con una altura de 3,7mm y 4,5mm.

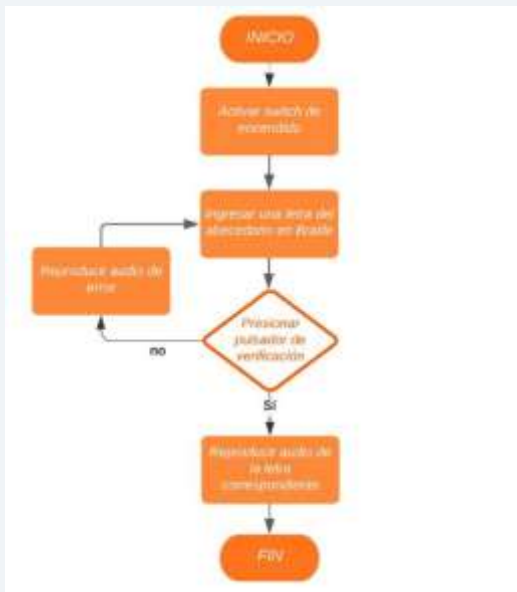




3.3 Diagrama de procesos del prototipo

Figura 6

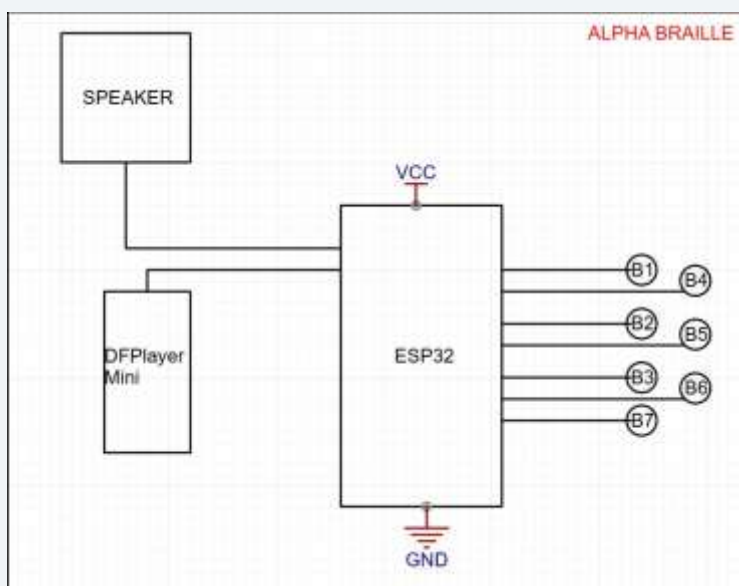
Diagrama de procesos dispositivo Alpha Braille



3.4 Diseño electrónico

Figura 7

Diseño electrónico dispositivo Alpha Braille



SUDAMERICANO



RESULTADOS

El Proyecto Alpha Braille ha avanzado en el diseño conceptual lo que ha permitido obtener los siguientes resultados:

Diseño conceptual: Se ha elaborado un diseño preliminar de un asistente electrónico interactivo basado en el microcontrolador ESP32. Este dispositivo integra tecnologías hápticas y auditiva, facilitando así el aprendizaje del alfabeto Braille.

Análisis comparativo: Se realizó una evaluación de plataformas como Arduino Uno, ESP32 y Raspberry Pi 3B+, determinando que el ESP32 es la opción más adecuada. Su costo accesible, bajo consumo energético y capacidades técnicas lo hacen ideal para el desarrollo del dispositivo.

Revisión Bibliográfica: Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura sobre los dispositivos interactivos similares, lo que proporciona un marco teórico sólido que respalda el diseño del dispositivo propuesto y destaca la efectividad de las tecnologías accesibles en la enseñanza del Braille.

DISCUSIÓN

Los hallazgos indican que el diseño del dispositivo Alpha Braille tiene un gran potencial para mejorar la enseñanza del Braille en Ecuador:

Relevancia del Diseño: La propuesta de un dispositivo accesible y de bajo costo es crucial para abordar las brechas educativas existentes en el país, facilitando la alfabetización y promoviendo la inclusión.

Impacto de la Tecnología: La elección del ESP32 como microcontrolador central se justifica por su capacidad de soportar múltiples funciones, permitiendo un diseño flexible y adaptable a futuras necesidades educativas.



Aprendizaje Multisensorial: La combinación de estímulos táctiles y auditivos en el diseño propuesto enriquece el proceso de aprendizaje, alineándose con las tendencias actuales en pedagogía inclusiva.

CONCLUSIONES

El proyecto Alpha Braille representa un avance significativo hacia la creación de herramientas educativas inclusivas para personas con discapacidad visual. Los puntos clave son:

Innovación y Accesibilidad: El diseño del dispositivo se presenta como una solución innovadora y accesible, abordando las necesidades del contexto ecuatoriano.

Potencial de Replicación: La metodología y el diseño permiten que el proyecto sea replicable en otras instituciones, ampliando su impacto positivo en la educación de personas con discapacidad visual.

Futuras Investigaciones: Se sugiere continuar con el desarrollo del diseño y realizar estudios de evaluación para medir su efectividad en la enseñanza del Braille.

Contribución a la Inclusión: Alpha Braille avanza hacia la inclusión y autonomía de las personas con discapacidad visual, alineándose con los objetivos de desarrollo sostenible y los derechos humanos en el ámbito educativo.

Declaración de conflicto de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Gabriel Mateo Campo Guerrero: conceptualización, metodología, investigación, redacción – borrador original, visualización.

José Antonio Vera Montes: metodología, validación, supervisión, redacción – revisión y edición, recursos.



Galo Patricio Hurtado Crespo: curación de datos, administración del proyecto, software, adquisición de fondos, supervisión.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que utilizaron la Inteligencia Artificial como apoyo para este artículo, y también que esta herramienta no sustituye de ninguna manera la tarea o proceso intelectual. Después de rigurosas revisiones con diferentes herramientas en la que se comprobó que no existe plagio como constan en las evidencias, los autores manifiestan y reconocen que este trabajo fue producto de un trabajo intelectual propio, que no ha sido escrito ni publicado en ninguna plataforma electrónica o de IA.

REFERENCIAS

Aquino Zúñiga, S. P., García Martínez, V., & Izquierdo, J. (2012). *La inclusión educativa de ciegos y baja visión en el nivel superior: Un estudio de caso.*

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2012000200007

Avendaño, C., Freddy, M., Villa Cajilima, E., Santiago, M. O., & Cando, A. (2019). *Diseño e implementación de un dispositivo electrónico interactivo para aprendizaje de Pre-Braille orientado a personas con discapacidad visual.*

<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8920>

Álvarez, M. E., Sumba, R. A., & Arteaga, A. C. (2020). Braillet: Dispositivo tecnológico para el aprendizaje del sistema Braille dirigido a niños con discapacidad visual.

Educ@ción en

Contexto, 6(Especial III), 183–

213. <https://educacionencontexto.net/journal/index.php/una/article/view/139>



Burbano Chiscueth, M. E. (2020). *Interfaz para enseñanza - aprendizaje del sistema braille en niños de 3 a 5 años.*

<https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10139>

Comisión Braille Española. (2024, febrero). *Parámetros dimensionales del*

braille. [https://www.once.es/servicios-sociales/braille/comision-](https://www.once.es/servicios-sociales/braille/comision-brailleespanola/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-elbraille/documentos/b1-parametros-dimensionales-del-braille-2)

[brailleespanola/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-](https://www.once.es/servicios-sociales/braille/comision-brailleespanola/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-elbraille/documentos/b1-parametros-dimensionales-del-braille-2)

[relacionados-con-elbraille/documentos/b1-parametros-](https://www.once.es/servicios-sociales/braille/comision-brailleespanola/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-elbraille/documentos/b1-parametros-dimensionales-del-braille-2)

[dimensionales-del-braille-2](https://www.once.es/servicios-sociales/braille/comision-brailleespanola/documentos-tecnicos/documentos-tecnicos-relacionados-con-elbraille/documentos/b1-parametros-dimensionales-del-braille-2)

CONADIS. (2024). *Estadísticas de*

Discapacidad. <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>

Coyago Tutillo, J. S. (2021). *Diseño de un dispositivo electrónico para el aprendizaje de la lectura y escritura del sistema Braille capaz de representar caracteres en símbolos generadores.* <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11298>

ESP32 Wi-Fi & Bluetooth SoC | Espressif Systems.

(2025). <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* McGraw-Hill

Education.

[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64312353/Investigaci%C3%B3n_Rutas](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64312353/Investigaci%C3%B3n_Rutas_cualitativa_y_cuantitativa-libre.pdf)

[cualitativa_y_cuantitativa-libre.pdf](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64312353/Investigaci%C3%B3n_Rutas_cualitativa_y_cuantitativa-libre.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2024). *Boletín nacional de población.* https://www.censoecuador.gob.ec/public/Boletin_Nacional.htm

Pérez Pérez, J. M., Durazno Silva, T. S., Hurtado Crespo, G. P., & Guamán Buestán, M. A. (2024). Dispositivo sonoro para mejorar la autonomía de personas con discapacidad visual en fútbol adaptado. *Revista Científica*, 9(32), 275–



297. <https://doi.org/10.29394/SCIENTIFIC.ISSN.2542-2987.2024.9.32.13.275-297>

Raspberry Pi Documentation. (2025). <https://www.raspberrypi.com/documentation/>

Sarango Espinoza, J., Chamba Zaragocín, W., & Espinoza León, M. (2022). Aprendizaje del sistema de lectura y escritura Braille basado en las TIC. *CEDAMAZ*, 12(1), 77–

84. <https://doi.org/10.54753/CEDAMAZ.V12I1.1268>

UNO R3 | Arduino Documentation. (2025). <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3/>

Valarezo Argudo, P. J., Pucha Quito, R. P., & Hurtado Crespo, G. P. (2019). Desarrollo de un dispositivo electrónico para el aprendizaje del sistema Braille para niños no videntes de

3 a 5 años. *Ciencia Digital*, 3(4.1), 39–

50. <https://doi.org/10.33262/CIENCIADIGITAL.V3I4.1.978>

¿QUÉ ES EL SISTEMA BRAILLE? (n.d.). (2025, mayo

12). https://www.fizzideas.com/instrucciones/braille/Aprende_Braille.pdf

