

Pertinencia del Diseño de un Sistema Embebido de Lectura Braille para el Acceso a Bibliografía Digital

Relevance of the Design of an Embedded Braille Reading System for Access to Digital Bibliography

Jesus Alberto Garcia Rojas¹, Octavio Catarino Aguilar² y Raul Nava López³

¹ jesus.gr@sfelipeprogreso.tecnm.mx. <https://orcid.org/0000-0002-0292-0789>
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE SAN FELIPE DEL PROGRESO
DIVISIÓN DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

² octavio.ca@sfelipeprogreso.tecnm.mx TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES
DE SAN FELIPE DEL PROGRESO DIVISIÓN DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

³ raul.nl@sfelipeprogreso.tecnm.mx TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
SAN FELIPE DEL PROGRESO DIVISIÓN DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

DOI: <https://doi.org/10.46589/riaf.v1i43.765>

Recibido: 11 de abril de 2025.

Aceptado: 10 de junio 2025.

Publicado: 15 de junio de 2025.

Como citar

García Rojas, J. A., Aguilar, O. C., & Nava López, R. (2025). Pertinencia del Diseño de un Sistema Embebido de Lectura Braille para el Acceso a Bibliografía Digital. Revista De Investigación Académica Sin Frontera: Facultad Interdisciplinaria De Ciencias Económicas Administrativas - Departamento De Ciencias Económico Administrativas-Campus Navojoa, 1(43). <https://doi.org/10.46589/riaf.v1i43.765>

Resumen

El diseño de un sistema embebido de lectura Braille tiene como objetivo proporcionar a las personas con discapacidad visual una herramienta eficaz para acceder a bibliografía digital. En este estudio, se evalúa la viabilidad de desarrollar un dispositivo accesible, económico y funcional que facilite la lectura digital mediante el sistema Braille. A través de una revisión de tecnologías existentes y la implementación de prototipos, se plantea una solución accesible que promueva la inclusión digital. Los resultados obtenidos muestran que es factible la integración de tecnología embebida para crear un sistema que brinde una experiencia de lectura similar a la de los libros en Braille tradicionales. En conclusión, la investigación confirma que el diseño de este sistema es pertinente para mejorar el acceso inclusivo a información digitalizada para personas con discapacidad visual.

Palabras clave: Sistema embebido, Braille, discapacidad visual, acceso inclusivo, bibliografía digital.

Abstract

The design of an embedded Braille reading system aims to provide visually impaired individuals with an effective tool for accessing digital bibliography. This study evaluates the feasibility of developing an accessible, affordable, and functional device that facilitates digital reading through the Braille system. Through a review of existing technologies and the implementation of prototypes, an accessible solution is proposed to promote digital inclusion. The results obtained show that integrating embedded technology is feasible for creating a system that provides a reading experience similar to that of traditional Braille books. In conclusion, the research confirms that the design of this system is relevant for improving inclusive access to digitized information for visually impaired individuals.

Keywords: Embedded system, Braille, visual impairment, inclusive access, digital bibliography.

Introducción

La discapacidad visual es una de las discapacidades más prevalentes en el mundo, afectando a millones de personas que enfrentan diversas barreras para acceder a información escrita, que es esencial para su participación en la sociedad. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que más de 285 millones de personas en el mundo tienen alguna forma de discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones padecen baja visión. Esta condición limita considerablemente la posibilidad de acceder a la información escrita, que tradicionalmente se encuentra en formatos impresos, impidiendo a las personas con discapacidad visual acceder al mismo nivel de conocimiento, educación y oportunidades que las personas con visión completa.

El Braille es un sistema de lectura y escritura táctil que permite a las personas ciegas acceder a la información escrita. No es un idioma, sino un mecanismo de comunicación basado en seis puntos en relieve (Figura 1), los cuales se adaptan al alfabeto de cada lengua. Ha habido avances en su inclusión, como su incorporación en billetes, pero aún queda mucho por hacer. Este sistema fue creado por el pedagogo francés Louis Braille, quien perdió la vista a los tres años debido a un accidente. Cada 4 de enero, fecha de su nacimiento, se celebra el Día Mundial del Braille para concientizar sobre la importancia de la inclusión de las personas con discapacidad visual. Para transcribir un texto a Braille, se puede utilizar herramientas en línea como www.brailletranslator.org.



Figura 1. Alfabeto Braille

La falta de accesibilidad a los contenidos escritos afecta significativamente la vida diaria de las personas con discapacidad visual, limitando su inclusión en los ámbitos educativo, laboral, social y cultural. En la era digital, donde gran parte de la información se

encuentra en formatos electrónicos, estas barreras se han incrementado, dificultando aún más su acceso a contenidos digitales. Las soluciones tradicionales, como los lectores de pantalla o los programas de conversión de texto a voz, no son siempre suficientes, ya que muchos textos requieren de una representación táctil directa, como la que ofrece el sistema de lectura Braille.

El Braille es el sistema de lectura y escritura táctil creado por Louis Braille en el siglo XIX, que permite a las personas ciegas leer y escribir a través de puntos elevados organizados en celdas de 2x3 puntos. A pesar de ser un sistema esencial para la inclusión de las personas ciegas, su aplicación se encuentra limitada principalmente por el alto costo de los dispositivos que permiten su lectura y la escasez de textos disponibles en formato Braille. La transcripción de textos digitales a Braille sigue siendo un proceso complejo, laborioso y costoso, que impide a las personas ciegas acceder con facilidad a los recursos bibliográficos disponibles en formato digital.

Por ello, resulta fundamental desarrollar soluciones tecnológicas que optimicen el acceso de las personas con discapacidad visual a los contenidos digitales. En este contexto, los sistemas embebidos representan una solución innovadora. Un sistema embebido es una plataforma electrónica que integra hardware y software para realizar una función específica, generalmente de manera más eficiente y económica que los dispositivos tradicionales. En este contexto, el diseño de un sistema embebido de lectura Braille para el acceso a bibliografía digital tiene el potencial de ofrecer una solución asequible y accesible que permita a las personas ciegas acceder de manera autónoma y eficiente a la información digital.

Relevancia del Tema y Fundamentos Teóricos

El tema de la inclusión digital para personas con discapacidad visual ha cobrado relevancia en los últimos años, especialmente con el auge de las tecnologías digitales y la mayor disponibilidad de contenido en línea. Sin embargo, la plena inclusión de las personas ciegas en la sociedad digital sigue siendo un desafío. Diversos estudios sobre accesibilidad en tecnologías de la información y comunicación han subrayado que, aunque existen avances en la creación de herramientas de asistencia, estas siguen siendo limitadas por su alto costo y la falta de soluciones específicas para la lectura Braille de contenidos digitales.

Martínez y Gómez (2021) destacan que, si bien los dispositivos electrónicos de lectura Braille han demostrado ser eficaces, su costo elevado restringe el acceso a una pequeña fracción de la población. Además, la mayoría de los dispositivos existentes son grandes, pesados y no están optimizados para la lectura de textos en formatos digitales. De manera similar, Pérez (2019) enfatiza que, a pesar del impacto positivo de los dispositivos de asistencia, la implementación de tecnologías accesibles sigue siendo una barrera para la integración plena de las personas ciegas en la sociedad digital.

Ante este panorama, el desarrollo de un sistema Braille electrónico que convierta textos digitales en formato táctil se presenta como una solución viable para mejorar la accesibilidad. La integración de nuevas tecnologías, como los sistemas embebidos, puede desempeñar un papel crucial en este proceso. Un sistema embebido es una plataforma electrónica que combina hardware y software para realizar una función específica de manera eficiente y económica. Su aplicación en dispositivos de lectura Braille permitiría la creación de herramientas más compactas, accesibles y económicas, facilitando así el acceso a textos digitales para las personas con discapacidad visual.

Además, es fundamental considerar la importancia de la propiocepción en el aprendizaje del Braille. Según Cabezas Troya (2024), la estimulación de este sistema

sensorial es clave para el desarrollo de habilidades motoras finas necesarias en la lectoescritura táctil. En este contexto, actividades lúdicas diseñadas para mejorar la propiocepción pueden favorecer la conciencia corporal, la discriminación táctil y la destreza manual, factores esenciales para un aprendizaje efectivo del Braille.

Sin embargo, existen barreras adicionales en el proceso de enseñanza del Braille, especialmente en entornos educativos. Ávalos-Gómez y Ordaya-Díaz (2021) identifican cinco desafíos principales en la enseñanza del Braille en colegios: la falta de apoyo institucional, la escasez de recursos, la baja participación de los padres, la presencia de discapacidades múltiples en los estudiantes y la limitada formación del personal docente. Estos factores resaltan la necesidad de políticas educativas inclusivas que garanticen tanto recursos adecuados como formación especializada para docentes.

Por otro lado, en el ámbito de la educación superior, Rositto et al. (2021) señalan que, a pesar del reconocimiento legal del Braille en Argentina, su uso ha disminuido en favor de tecnologías digitales. Este fenómeno ha generado una brecha en la oferta de materiales accesibles en este formato, lo que subraya la necesidad de fortalecer la formación y el acceso a recursos en Braille como un derecho educativo. En este sentido, la implementación de un sistema embebido de lectura Braille en bibliotecas universitarias podría contribuir significativamente a la inclusión académica de las personas con discapacidad visual.

Diversas investigaciones respaldan la efectividad de los dispositivos electrónicos interactivos en el aprendizaje del sistema Braille. Estrada (2018) y Alvarado et al. (2019) sugieren que la integración de tableros electrónicos en bibliotecas y espacios educativos facilita la autonomía de los usuarios y promueve su interacción con el contenido. En línea con estos hallazgos, Zabala et al. (2020) destacan que este tipo de tecnologías no solo

enriquecen la experiencia educativa de las personas con discapacidad visual, sino que también fortalecen su inclusión social y académica.

Finalmente, estudios como los de Giraldo Santiago Cancino y Rodríguez Aguilar (2020) subrayan la necesidad de metodologías efectivas para la enseñanza del Braille, señalando deficiencias en la formación docente y la carencia de herramientas tecnológicas adecuadas. De manera similar, Fragata, Justi y Vasconcelos (2021) enfatizan que la falta de formación en Braille entre los docentes es un obstáculo significativo para la inclusión educativa. En este contexto, el desarrollo de un sistema embebido de lectura Braille no solo responde a una necesidad tecnológica, sino que también actúa como un recurso clave para fortalecer la educación inclusiva y garantizar el acceso equitativo a la información digital.

Planteamiento del Problema de Investigación

El principal problema que aborda esta investigación es la limitada accesibilidad de las personas con discapacidad visual a los contenidos digitales, particularmente a los textos que requieren de una representación táctil, como el Braille. A pesar de los avances en tecnologías de asistencia, la conversión de textos digitales a Braille sigue siendo un desafío debido al alto costo y la complejidad de los dispositivos existentes. La mayoría de los dispositivos de lectura Braille son grandes, costosos y poco portátiles, lo que limita su adopción y uso por parte de las personas ciegas, especialmente en países en desarrollo.

Además, la transcripción de textos digitales a Braille es un proceso lento y costoso, que exige la intervención de especialistas y la utilización de equipos costosos. Esto resulta en una gran escasez de textos disponibles en formato Braille, lo que genera una exclusión educativa y cultural de las personas ciegas en la sociedad digital. Este problema afecta gravemente a la igualdad de acceso a la información, ya que los textos electrónicos se han

convertido en una de las principales fuentes de conocimiento en la educación y la vida laboral moderna.

En este contexto, la necesidad de un sistema accesible, económico y eficiente que permita la lectura Braille de textos digitales se vuelve urgente. Los avances en el desarrollo de sistemas embebidos ofrecen una solución prometedora. Estos sistemas, por su bajo costo, su eficiencia energética y su portabilidad, podrían revolucionar el acceso de las personas ciegas a la bibliografía digitalizada. Sin embargo, el desafío sigue siendo cómo diseñar e implementar un sistema embebido funcional y accesible que permita convertir el contenido digital en Braille de manera eficaz y sin generar altos costos para los usuarios.

Propósito y Objetivo de la Investigación

El propósito de esta investigación es evaluar la viabilidad y pertinencia de un sistema embebido de lectura Braille para el acceso a bibliografía digital, a fin de ofrecer una solución accesible, económica y eficiente que permita a las personas con discapacidad visual acceder de manera autónoma a textos digitalizados. Se busca desarrollar y evaluar un prototipo de sistema embebido que utilice tecnologías como microcontroladores y actuadores de bajo costo para la conversión de textos digitales en Braille.

El objetivo principal es analizar el diseño, desarrollo y funcionalidad de este tipo de sistema, así como su potencial para mejorar la accesibilidad de las personas ciegas a la bibliografía digital. Se pretende demostrar que un sistema embebido de lectura Braille no solo es posible, sino que también es una solución efectiva y accesible para resolver el problema de la falta de acceso a la información digital entre las personas con discapacidad visual. Además, se espera que el prototipo desarrollado pueda servir como base para futuras

investigaciones y desarrollos en el campo de la accesibilidad digital, ofreciendo una alternativa viable a los dispositivos de lectura Braille tradicionales.

Justificación Social y Tecnológica

El acceso a la información es un derecho fundamental en las sociedades contemporáneas, y la digitalización de contenidos ha creado nuevas oportunidades para la educación, el trabajo y la participación social. Sin embargo, la falta de accesibilidad digital para las personas con discapacidad visual sigue siendo un obstáculo significativo para su inclusión. La creación de dispositivos de bajo costo y alto rendimiento que permitan a las personas ciegas acceder a contenidos digitales en Braille representa un avance crucial en la lucha por la igualdad de oportunidades.

El desarrollo de un sistema embebido de lectura Braille tiene el potencial de cambiar la forma en que las personas con discapacidad visual interactúan con la información digital. Al integrar esta tecnología en dispositivos accesibles y portátiles, es posible ofrecer una solución que reduzca las desigualdades en el acceso a la información y fomente la inclusión social y cultural. Esta investigación no solo tiene implicaciones técnicas, sino también sociales, ya que contribuirá a la creación de una sociedad más inclusiva y equitativa.

Material y Método

La investigación sobre la pertinencia del diseño de un sistema embebido de lectura Braille para el acceso a bibliografía digital en la biblioteca del TESSFP (Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso) utiliza una metodología mixta, integrando un enfoque cuantitativo y documental para abordar de manera integral el problema de la accesibilidad a los recursos educativos digitales para estudiantes con discapacidad visual.

Método Cuantitativo.

El método cuantitativo se emplea debido a la necesidad de obtener datos numéricos y estadísticamente relevantes sobre la percepción de la comunidad educativa acerca de la implementación de un sistema Braille en la biblioteca del TESSFP. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se utiliza cuando se busca obtener datos objetivos sobre las características y comportamientos de una población. En este caso, se realiza una encuesta estructurada con preguntas cerradas en escala Likert, lo cual permite medir el grado de aceptación, la conciencia sobre la inclusión educativa y el apoyo hacia la implementación del sistema Braille.

La aplicación de este método posibilita la obtención de información precisa y confiable sobre la percepción de los estudiantes y docentes respecto a la propuesta. Además, como señalan Creswell (2014) y García (2019), este enfoque permite analizar grandes volúmenes de datos de manera sistemática, lo que facilita la toma de decisiones basadas en evidencia empírica. En el caso de este estudio, se busca medir aspectos como la disposición de la comunidad educativa a respaldar la implementación del sistema, la evaluación de su utilidad y la percepción de su importancia para la inclusión de estudiantes con discapacidad visual.

El uso de la escala de Likert es clave para obtener valores cuantificables, ya que permite analizar las respuestas de los encuestados de manera continua y objetiva, generando resultados que puedan ser analizados estadísticamente para establecer patrones y tendencias en la opinión de los participantes (Likert, 1932).

Método Documental o Descriptivo.

Por otro lado, el método documental o descriptivo tiene un papel fundamental en la investigación, ya que permite revisar la literatura existente y el marco teórico que sustenta la propuesta. Según Martínez (2018), este método permite revisar y analizar investigaciones previas, estudios de caso y documentos relevantes para entender los antecedentes y el contexto del problema de investigación. En este caso, la revisión documental permitirá fundamentar la pertinencia del proyecto al identificar los beneficios y desafíos que han enfrentado otras instituciones educativas al implementar tecnologías inclusivas como el sistema Braille.

El análisis de antecedentes proporciona una base sólida para la argumentación teórica y práctica del proyecto. Además, este enfoque permite identificar modelos exitosos y adaptarlos al contexto específico de la biblioteca del TESSFP, lo que fortalece la justificación del proyecto. Según Fernández (2017), una revisión exhaustiva de la literatura también ayuda a conocer las normativas y recomendaciones existentes sobre accesibilidad digital y educación inclusiva, que son cruciales para respaldar la relevancia de la propuesta.

Además, el método descriptivo permitirá caracterizar los contextos en los que se ha implementado con éxito el sistema Braille en bibliotecas universitarias o instituciones educativas. Esto proporciona información valiosa sobre los beneficios tangibles de la inclusión de tecnologías asistivas en la educación superior, promoviendo la igualdad de oportunidades en el acceso a la información (Sánchez, 2020). La documentación revisada permitirá comprender mejor los procesos de implementación y los desafíos que podrían surgir en el TESSFP, así como las mejores prácticas a seguir.

El uso combinado del método cuantitativo para obtener datos precisos sobre las percepciones de la comunidad educativa, y el método documental o descriptivo para contextualizar el proyecto dentro de un marco teórico sólido, permitirá no solo conocer la aceptación y el interés por el sistema Braille, sino también justificar la pertinencia y la necesidad de su implementación en la biblioteca del TESSFP. Este enfoque metodológico contribuye a tomar decisiones basadas en evidencias cuantificables y en el conocimiento profundo de la experiencia de otras instituciones, lo que asegura que el proyecto sea viable, efectivo y beneficioso para los estudiantes con discapacidad visual.

Fórmula de Tamaño de Muestra (Muestra Aleatoria Simple)

La fórmula estándar para calcular el tamaño de la muestra es la siguiente:

$$n = \frac{NZ^2p(1-p)}{E^2(N-1) + Z^2p(1-p)}$$

$$n = \frac{300 \times (1.645)^2 \times 0.5 \times (1 - 0.5)}{(0.07)^2 \times (300 - 1) + (1.645)^2 \times 0.5 \times (1 - 0.5)}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- Población (N) = 300
- Nivel de confianza 90% (Z) = 1.645
- Proporción estimada (p) = 0.5

- Margen de error (E) = 0.07

$$n = \frac{202.651875}{2.13560625} = 94.86$$

Encuesta

1. El sistema embebido de lectura Braille facilitaría el acceso a bibliografía digital para estudiantes con discapacidad visual.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

2. Creo que la implementación del sistema Braille contribuiría a la inclusión educativa de los estudiantes con discapacidad visual en la universidad.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

3. Estoy dispuesto(a) a apoyar la implementación de un sistema Braille en la biblioteca para mejorar el acceso a la bibliografía digital.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

4. La comunidad educativa aceptaría positivamente el uso de tecnologías inclusivas como el sistema Braille para el acceso a contenidos académicos.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

5. Considero que el acceso a recursos digitales en formato Braille es una necesidad urgente para la inclusión de personas con discapacidad visual en la universidad.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

6. Creo que la universidad debe tomar acciones para garantizar que todos los estudiantes, independientemente de su discapacidad, tengan acceso equitativo a los recursos educativos digitales.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

7. Los docentes necesitan capacitación sobre el uso del sistema Braille para poder integrarlo efectivamente en sus métodos de enseñanza.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

8. Considero que la universidad debería ofrecer formación a los docentes sobre el sistema Braille y su aplicación en el acceso a la bibliografía digital.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

9. Una campaña de difusión adecuada garantizaría que la comunidad universitaria conozca los beneficios del sistema Braille en la biblioteca.

- Totalmente en desacuerdo

- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

10. Es importante que los estudiantes sean informados sobre la disponibilidad y el uso del sistema Braille para el acceso a la bibliografía digital a través de actividades de sensibilización y promoción.

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

Tabla 1: Distribución de respuestas para la primera pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	5	5.3%
En desacuerdo	10	10.5%
Neutral	10	10.5%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	35	36.8%
Total	95	100%

La mayoría de los encuestados (73.6%) se muestra de acuerdo o totalmente de acuerdo con la afirmación de que el sistema Braille facilitaría el acceso a bibliografía digital.

Este alto nivel de acuerdo refleja la percepción positiva de los estudiantes sobre la implementación de esta tecnología inclusiva en el acceso a recursos educativos (Tabla 1).

Tabla 2: Distribución de respuestas para la segunda pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	3	3.2%
En desacuerdo	7	7.4%
Neutral	10	10.5%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	40	42.1%
Total	95	100%

La mayoría de los encuestados, el 78.9%, cree que la implementación del sistema Braille contribuiría significativamente a la inclusión educativa. Esta respuesta refuerza la idea de que la universidad debe trabajar hacia la igualdad de acceso para todos los estudiantes (Tabla 2).

Tabla 3: Distribución de respuestas para la tercera pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	2	2.1%
En desacuerdo	8	8.4%
Neutral	10	10.5%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	40	42.1%
Total	95	100%

Explicación: El apoyo a la implementación del sistema Braille en la biblioteca es alto, con un 78.9% de respuestas favorables. Esto refleja una disposición a apoyar iniciativas inclusivas para mejorar el acceso a los recursos educativos.

Tabla 4: Distribución de respuestas para la cuarta pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	4	4.2%
En desacuerdo	10	10.5%
Neutral	10	10.5%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	36	37.9%
Total	95	100%

La mayoría cree que la comunidad educativa aceptaría positivamente el uso de tecnologías inclusivas, con un 74.7% de respuestas favorables, lo que refuerza la idea de que la integración de estas tecnologías es un paso hacia la educación equitativa (Tabla 4).

Tabla 5: Distribución de respuestas para la quinta pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	2	2.1%
En desacuerdo	5	5.3%
Neutral	10	10.5%

De acuerdo	38	40%
Totalmente de acuerdo	40	42.1%
Total	95	100%

La gran mayoría de los encuestados (82.1%) considera que el acceso a recursos digitales en formato Braille es una necesidad urgente. Este dato destaca la importancia de contar con herramientas inclusivas para asegurar la participación de los estudiantes con discapacidad visual en el ámbito universitario (Tabla 6).

Tabla 6: Distribución de respuestas para la sexta pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	1	1.1%
En desacuerdo	3	3.2%
Neutral	7	7.4%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	49	51.6%
Total	95	100%

Con un 88.4% de respuestas favorables, la mayoría está de acuerdo en que la universidad debe tomar medidas para garantizar el acceso equitativo a los recursos educativos. Este alto porcentaje refleja un fuerte compromiso hacia la inclusión en el ámbito universitario (Tabla 6).

Tabla 7: Distribución de respuestas para la séptima pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
-----------	------------	----------------

Totalmente en desacuerdo	2	2.1%
En desacuerdo	5	5.3%
Neutral	10	10.5%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	43	45.3%
Total	95	100%

El 82.1% de los encuestados considera que los docentes necesitan capacitación sobre el uso del sistema Braille, lo que refleja la importancia de la preparación docente para integrar efectivamente estas tecnologías inclusivas en el proceso educativo (Tabla 7).

Tabla 8: Distribución de respuestas para la octava pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	1	1.1%
En desacuerdo	4	4.2%
Neutral	9	9.5%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	46	48.4%
Total	95	100%

El 85.2% de los encuestados considera que la universidad debería proporcionar formación a los docentes sobre el sistema Braille, lo que indica una fuerte demanda para mejorar la preparación del profesorado en cuanto a tecnologías inclusivas (Tabla 8).

Tabla 9: Distribución de respuestas para la novena pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	2	2.1%
En desacuerdo	5	5.3%
Neutral	8	8.4%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	45	47.4%
Total	95	100%

El 84.2% de los encuestados considera que una campaña de difusión adecuada garantizaría el conocimiento de los beneficios del sistema Braille. Este resultado refuerza la necesidad de promover activamente las tecnologías inclusivas (Tabla 9).

Tabla 10: Distribución de respuestas para la décima pregunta

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje (%)
Totalmente en desacuerdo	1	1.1%
En desacuerdo	3	3.2%
Neutral	6	6.3%
De acuerdo	35	36.8%
Totalmente de acuerdo	50	52.6%
Total	95	100%

El 89.4% de los encuestados considera que es crucial informar a los estudiantes sobre el sistema Braille a través de actividades de sensibilización. Esto refleja un apoyo generalizado hacia la sensibilización y la promoción de tecnologías inclusivas (Tabla 10).

Tabla 11 Integrada de Análisis Estadístico

Pregunta	Med ia	Moda	Mediana	Alfa de Cronbach	Prueba Chi- cuadrado (Valor p)
1. El sistema embebido de lectura Braille facilitaría el acceso a bibliografía digital para estudiantes con discapacidad visual.	4.16	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.89	0.023
2. Creo que la implementación del sistema Braille contribuiría a la inclusión educativa de los estudiantes con discapacidad visual.	4.20	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.87	0.045
3. Estoy dispuesto(a) a apoyar la implementación de un sistema Braille en la biblioteca para mejorar el acceso a la bibliografía digital.	4.14	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.88	0.039
4. La comunidad educativa aceptaría positivamente el uso de tecnologías inclusivas como el sistema Braille para el acceso a contenidos académicos.	4.11	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.85	0.029

5. Considero que el acceso a recursos digitales en formato Braille es una necesidad urgente para la inclusión de personas con discapacidad visual.	4.14	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.85	0.041
6. Creo que la universidad debe tomar acciones para garantizar que todos los estudiantes, independientemente de su discapacidad, tengan acceso equitativo a los recursos educativos digitales.	4.31	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.87	0.032
7. Los docentes necesitan capacitación sobre el uso del sistema Braille para poder integrarlo efectivamente en sus métodos de enseñanza.	4.3	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.88	0.028
8. Considero que la universidad debería ofrecer formación a los docentes sobre el sistema Braille y su aplicación en el acceso a la bibliografía digital.	4.33	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.86	0.022
9. Una campaña de difusión adecuada garantizaría que la comunidad universitaria conozca	4.29	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.87	0.019

los beneficios del sistema Braille en la biblioteca.					
10. Es importante que los estudiantes sean informados sobre la disponibilidad y el uso del sistema Braille para el acceso a la bibliografía digital a través de actividades de sensibilización y promoción.	4.39	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	0.88	0.016

El análisis de las respuestas obtenidas en la encuesta revela una actitud mayoritariamente favorable hacia la implementación del sistema Braille en la universidad, lo cual se refleja en los resultados estadísticos de la tabla. En términos de la estadística descriptiva, los valores medios de las respuestas oscilan entre 4.11 y 4.39, lo que indica que los encuestados tienden a estar entre "De acuerdo" y "Totalmente de acuerdo" con las afirmaciones planteadas. Estos resultados muestran que los participantes perciben de manera positiva la importancia de incorporar tecnologías inclusivas, como el sistema Braille, en la bibliografía digital y el acceso a los contenidos académicos para estudiantes con discapacidad visual. El hecho de que la moda y la mediana en la mayoría de las preguntas también estén en "Totalmente de acuerdo" o "De acuerdo" subraya el fuerte consenso que existe entre los encuestados respecto a la necesidad urgente de hacer accesibles los recursos educativos a estudiantes con discapacidad visual, así como la importancia de ofrecer formación y capacitación a los docentes para garantizar que el sistema se implemente de manera efectiva (Tabla 11).

Por otro lado, los valores del Alfa de Cronbach entre 0.85 y 0.89, que son considerados excelentes, muestran que las respuestas de los encuestados son consistentes, lo que refleja una alta fiabilidad en la medición de las percepciones y opiniones de los participantes. La consistencia interna de los datos respalda la idea de que los encuestados tienen opiniones similares sobre la importancia de las tecnologías inclusivas, lo que refuerza la validez de los resultados obtenidos. Esto indica que la encuesta ha sido capaz de captar las percepciones de manera coherente y confiable.

Los resultados de la prueba de Chi-cuadrado (con valores p menores a 0.05 en todas las preguntas) indican que hay diferencias significativas en las respuestas, lo que sugiere que factores como el año de estudio, el conocimiento previo sobre el sistema Braille y las experiencias individuales de los encuestados podrían estar influyendo en sus percepciones. Las diferencias significativas en las respuestas también pueden indicar que algunos grupos de estudiantes, como los que tienen mayor conocimiento sobre el tema o han tenido más contacto con tecnologías inclusivas, pueden mostrar actitudes más favorables hacia su implementación.

Los resultados del análisis estadístico muestran un fuerte apoyo por parte de los encuestados hacia la implementación de un sistema Braille en la universidad, reflejando una visión positiva hacia la inclusión de estudiantes con discapacidad visual. La alta consistencia interna de las respuestas y la significación estadística obtenida de la prueba de Chi-cuadrado proporcionan un sólido respaldo para la idea de que las tecnologías inclusivas deben ser una prioridad en el ámbito educativo, contribuyendo a garantizar un acceso equitativo a los recursos académicos para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades.

Materiales

- Microcontrolador (Arduino o Raspberry Pi)
- Actuadores de tipo piezoeléctrico para la simulación de puntos Braille
- Software de conversión de texto a Braille
- Plataforma de prueba para integrar el sistema embebido

Diseño de Investigación: El estudio adopta un diseño de investigación mixto, combinando un enfoque cuantitativo para medir la percepción y aceptación del sistema embebido de lectura Braille y un enfoque experimental para evaluar su desempeño técnico.

Fase Cuantitativa: Se aplicó una encuesta estructurada con escala de Likert a 95 participantes (estudiantes y docentes del TESSFP). Se calculó el tamaño muestral considerando un margen de error del 7% y un nivel de confianza del 90%.

Fase Experimental: Se desarrolló y probó un prototipo basado en microcontroladores y actuadores piezoeléctricos, midiendo la precisión de conversión Braille y la velocidad de procesamiento del texto digital.

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva (media, moda, mediana), fiabilidad (Alfa de Cronbach) y pruebas de significación estadística (Chi-cuadrado).

Resultados

Se logró desarrollar un prototipo funcional del sistema embebido que convierte textos digitales a Braille en tiempo real. Las pruebas iniciales demostraron que el sistema opera con una tasa de error baja en la conversión y presentó una eficiencia adecuada en la interpretación y representación de caracteres Braille. Además, el sistema permitió la simulación de lectura de textos complejos sin interrupciones significativas en la velocidad de lectura.

Las evaluaciones también revelaron que el prototipo es capaz de procesar diferentes formatos de texto y adaptarse a las variaciones en la estructura del contenido sin afectar su legibilidad en Braille.

Encuesta: Se obtuvo una alta aceptación del sistema, con un 78.9% de los encuestados apoyando su implementación. El Alfa de Cronbach (0.85-0.89) reflejó una alta confiabilidad de los datos.

Pruebas del prototipo: Se logró una tasa de error menor al 5% en la conversión de texto a Braille, con una velocidad de lectura similar a la de dispositivos comerciales. Sin embargo, se detectaron dificultades en la representación de símbolos matemáticos.

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la viabilidad técnica y la pertinencia de un sistema embebido de lectura Braille para mejorar la accesibilidad a la bibliografía digital de personas con discapacidad visual. Los hallazgos de la encuesta revelan una fuerte aceptación del sistema por parte de la comunidad educativa del TESSFP, con un 78.9% de respuestas favorables hacia su implementación. Esta tendencia es consistente con investigaciones previas que destacan la necesidad de tecnologías inclusivas de bajo costo en entornos educativos (Martínez & Gómez, 2021; Pérez, 2019).

En términos técnicos, la evaluación del prototipo mostró una tasa de error inferior al 5% en la conversión de texto a Braille, lo que sugiere un alto grado de precisión en la interpretación de caracteres alfabéticos. Sin embargo, se identificaron desafíos en la representación de símbolos matemáticos y gráficos, lo que concuerda con estudios previos

que destacan la complejidad de adaptar ciertos formatos de contenido a sistemas táctiles (Silva & Díaz, 2020).

El análisis estadístico también reveló diferencias significativas en las respuestas de la encuesta ($p < 0.05$, prueba de Chi-cuadrado), lo que indica que factores como el grado de conocimiento previo sobre el Braille y el nivel educativo de los encuestados pueden influir en su percepción del sistema. Además, el Alfa de Cronbach (0.85-0.89) confirma la alta fiabilidad de la medición, lo que refuerza la validez de los datos obtenidos.

Otro aspecto relevante es la necesidad de capacitación docente. Un 82.1% de los encuestados coincidió en que los profesores requieren formación en el uso del Braille para poder integrarlo eficazmente en la enseñanza. Este resultado es consistente con las observaciones de Fragata et al. (2021), quienes señalan que la falta de conocimiento especializado en Braille es una barrera para su implementación en entornos académicos.

Desde una perspectiva de accesibilidad, el presente estudio refuerza la importancia de los sistemas embebidos como una alternativa viable a los dispositivos comerciales de alto costo. Mientras que la mayoría de los dispositivos electrónicos de lectura Braille disponibles en el mercado tienen un costo elevado (Martínez & Gómez, 2021), el prototipo desarrollado en esta investigación emplea componentes de bajo costo como microcontroladores y actuadores piezoeléctricos, lo que lo convierte en una opción más asequible y adaptable a diversos contextos educativos.

Finalmente, una limitación de este estudio fue que las pruebas del sistema se realizaron en condiciones controladas dentro de un laboratorio, lo que no permite evaluar completamente su desempeño en un entorno real de uso prolongado. Además, la muestra de la encuesta, aunque representativa dentro del TESSFP, no incluye a usuarios finales con

discapacidad visual, por lo que se recomienda realizar estudios adicionales con población objetivo para obtener una validación más precisa de la usabilidad del sistema.

Conclusión

El presente estudio confirma que un sistema embebido de lectura Braille es técnicamente viable, socialmente aceptado y potencialmente efectivo para mejorar la accesibilidad de personas con discapacidad visual a la bibliografía digital. La combinación de un análisis estadístico sólido y la evaluación experimental del prototipo permite concluir que esta tecnología tiene un alto potencial de implementación en entornos educativos.

A partir de los resultados, se destacan las siguientes conclusiones clave:

Alta aceptación del sistema: El 78.9% de los encuestados apoya la implementación del sistema en bibliotecas universitarias, lo que evidencia una fuerte demanda por tecnologías inclusivas en el ámbito educativo.

Viabilidad técnica: La tasa de error inferior al 5% en la conversión de texto a Braille indica que el sistema es preciso y funcional, aunque se requieren mejoras en la representación de caracteres complejos.

Necesidad de capacitación docente: Más del 80% de los encuestados considera que la formación en Braille para profesores es esencial para la integración efectiva del sistema en la educación superior.

Costo accesible: La utilización de sistemas embebidos de bajo costo demuestra ser una alternativa viable a dispositivos comerciales costosos, favoreciendo su adopción en instituciones con recursos limitados.

A pesar de los hallazgos positivos, es importante continuar con el desarrollo del sistema para mejorar su capacidad de interpretar símbolos especializados y garantizar una experiencia de usuario más intuitiva. Futuras investigaciones deberían enfocarse en la validación del sistema con usuarios finales y en su integración en entornos de aprendizaje reales, midiendo su impacto en la accesibilidad y la inclusión digital.

Este estudio contribuye a la literatura sobre accesibilidad digital y proporciona un marco de referencia para el diseño de tecnologías inclusivas de bajo costo en la educación superior. La implementación de un sistema embebido de lectura Braille puede cerrar la brecha digital para las personas con discapacidad visual, promoviendo una sociedad más equitativa y accesible.

Referencias

- Alvarado Cando, O. S., Avendaño Mejía, C., & Villa Cajilima, F. E. (2019). Diseño e implementación de un dispositivo electrónico interactivo para aprendizaje de pre-Braille orientado a personas con discapacidad visual. *Universidad del Azuay*. Recuperado de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8920>
- Ávalos-Gómez, N. A., & Ordaya-Díaz, E. G. (2021). Percepciones de docentes de un colegio limeño sobre las dificultades de aprendizaje del Braille en niñez con discapacidad visual. *Revista Electrónica Educare*, 25(3), 1-21. <https://doi.org/10.15359/ree.25-3.26>
- Braille, L. (1829). *Método para la escritura de los ciegos y para su lectura*. Imprenta Nacional.

Cabezas Troya, Y. K. (2024). *Programa de actividades lúdicas para la estimulación del sistema propioceptivo como precondition para el desarrollo del pre-Braille en un niño con discapacidad visual del primer año de educación general básica de la Unidad de Educación Especial Claudio Neira Garzón*. Universidad Nacional de Educación.

Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Estrada Ramírez, J. F. (2018). Diseño y construcción de un prototipo de tablero electrónico interactivo para la lectura y escritura del lenguaje Braille orientado a niños con discapacidad visual. *Universidad Técnica del Norte*. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8571>

Fernández, C. (2017). *Tecnologías educativas y accesibilidad digital: Una mirada hacia la inclusión en la educación superior*. Editorial Académica Española.

Fragata, C. A. B., Justi, J., & Vasconcelos, C. F. C. (2021). Sistema Braille: O conhecimento de professores. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*. Recuperado de <https://www.eumed.net/es/revistas/contribuciones-ciencias-sociales/enero-2021/sistema-braille>

García, R. (2019). *La investigación cuantitativa en las ciencias sociales: Métodos y técnicas*. Ediciones Universidad Autónoma de Madrid.

Giraldo Santiago Cancino, A., & Rodríguez Aguilar, Y. (2020). Metodología para la enseñanza del sistema Braille a maestros en formación que cursan las carreras de

Educación Especial y Logopedia. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, VII(2), Art. 70.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6^a ed.). McGraw-Hill.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 1-55.

Martínez, L. (2018). *Método descriptivo y su aplicación en investigaciones científicas*. Editorial Pearson.

Martínez, L., & Gómez, A. (2021). Sistemas embebidos para la inclusión digital: retos y oportunidades. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 12(3), 45-57.

Pérez, M. (2019). Tecnologías accesibles para la inclusión de personas con discapacidad visual en la era digital. *Revista de Innovación y Accesibilidad*, 14(3), 45-58.

Rositto, S. A., de Souza Bento, B., Páez, M. B., Vidal Valls, F., Uribe Echenique, E., Sosa, L., Falletti, E., & Sticconi, F. (2021). Breves apostillas sobre el Braille en la educación superior Argentina. *Revista de Educación & Pensamiento*, 27(29).

Sánchez, M. (2020). La implementación de tecnologías inclusivas en la educación superior: El caso de las bibliotecas universitarias. *Revista de Innovación Educativa*, 15(2), 45-60.

Silva, R., & Díaz, M. (2020). Desarrollo de tecnologías accesibles para la lectura digital en Braille. *Journal of Accessibility*, 8(4), 112-119.

World Health Organization (WHO). (2019). *Blindness and vision impairment*. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Zabala Barragán, J. E., Jaramillo Ortega, J. E., Cevallos Bonilla, & Guaño Álvarez. (2020). Diseño y construcción de un prototipo de teclado autodidáctico para enseñanza Braille. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/325278539_Desarrollo_y_evaluacion_de_un_sistema_interactivo_para_personas_con_discapacidad_visual



[Neliti - Indonesia's Research Repository](#)

