

Braille y Tecnología: Innovaciones y Desafíos en la Era Digital

Braille and Technology: Innovations and Challenges in the Digital Age

Marcos Roberto Saira López

2012200087@untels.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0001-3636-6608>

Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Av. Bolívar S/N, Villa EL Salvador 15834, Lima, Perú

Frank Edmundo Escobedo Bailon

fescobedo@untels.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-2058-0976>

Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Av. Bolívar S/N, Villa EL Salvador 15834, Lima, Perú

Resumen

Este artículo de revisión explora la intersección entre la alfabetización en Braille y la tecnología moderna, examinando cómo innovaciones como las pantallas electrónicas Braille, las aplicaciones móviles accesibles y las herramientas educativas están transformando la educación y la accesibilidad para personas con discapacidad visual. Se destacan tanto los avances como los desafíos pendientes, discutiendo el impacto de la tecnología en la alfabetización en Braille, las políticas educativas y las prácticas inclusivas, con un enfoque en estudios de caso de Perú y otras regiones. La integración del Braille con herramientas digitales está redefiniendo las oportunidades educativas e inclusivas, abordando barreras como la accesibilidad a materiales y la formación de educadores. A través del análisis de investigaciones actuales y prácticas, este artículo pretende ofrecer insights sobre futuras direcciones para mejorar la accesibilidad y educación en Braille en la era digital.

Palabras clave: Braille, discapacidad visual, educación inclusiva, tecnologías accesibles, innovación educativa.

Abstract

This review explores the intersection of Braille literacy and modern technology, examining how innovations such as electronic Braille displays, accessible mobile applications, and educational tools are transforming education and accessibility for individuals with visual impairments. Highlighting both the advancements and remaining challenges, this paper discusses the impact of technology on Braille literacy, educational policies, and inclusive practices, with a focus on case studies from Peru and other regions. The integration of Braille with digital tools is reshaping opportunities for education and societal inclusion, while also addressing barriers such as accessibility to materials and educator training. By analyzing current research and practices, this review aims to provide insights into future directions for enhancing Braille accessibility and education in the digital era.

Keywords: Braille, visual impairment, inclusive education, accessible technologies, educational innovation.

Introducción

A lo largo de la historia, numerosas innovaciones han transformado la forma en que las personas con discapacidad visual pueden acceder a la información y participar en la sociedad. Uno de los avances más significativos fue el desarrollo del sistema Braille por Louis Braille en el siglo XIX, que proporcionó a las personas ciegas una herramienta esencial para la alfabetización y la



inclusión educativa (Bicknell, 1975; Miele, 1994). Con el avance de la tecnología en la era digital, han surgido nuevas herramientas y dispositivos que complementan y expanden las capacidades del Braille tradicional.

Desde entonces, el Braille ha sido fundamental en la vida de millones de personas en todo el mundo, facilitando el acceso a la información impresa y promoviendo la autonomía personal. Sin embargo, con el advenimiento de la tecnología digital en el siglo XXI, han surgido nuevas herramientas y dispositivos que complementan y expanden las capacidades del Braille tradicional. Estas innovaciones tecnológicas han redefinido aún más las posibilidades para las personas con discapacidad visual, promoviendo la inclusión y facilitando el acceso a recursos educativos y culturales de manera más eficiente (García et al., 2019; Johnson, 2017).

La combinación del Braille tradicional con la tecnología moderna, como las pantallas Braille, los lectores de libros electrónicos accesibles y las aplicaciones móviles diseñadas específicamente para personas ciegas, ha ampliado significativamente las oportunidades educativas y laborales para esta era (Clark, 2018; Martínez, 2015). Estas herramientas no solo mejoran la capacidad de lectoescritura de las personas con discapacidad visual, sino que también promueven su integración en una sociedad cada vez más digitalizada.

Pese a todos estos avances, la integración de la tecnología en la educación Braille no está exenta de desafíos. La disponibilidad de materiales en Braille, la formación adecuada de los educadores y las barreras económicas y sociales siguen siendo obstáculos significativos que deben ser superados para lograr una verdadera inclusión digital (Smith, 2018; Brown, 2019). A nivel regional, en las Américas, la Organización de los Estados Americanos (OEA) y otras entidades han desarrollado marcos legales y políticas para promover la inclusión de personas con discapacidad visual, subrayando la importancia del acceso a la tecnología como un derecho fundamental (OEA, 1999; CEPAL, 2014).

Este artículo tiene como objetivo explorar las innovaciones recientes en la tecnología Braille, analizando cómo estas herramientas están transformando la educación y la accesibilidad para las personas con discapacidad visual. Además, se discutirán los desafíos persistentes en la integración de estas tecnologías, proporcionando una visión comprensiva de las oportunidades y barreras en el camino hacia una inclusión efectiva.

Historia y evolución del Braille

A lo largo de la historia, diversas innovaciones han transformado la forma en que las personas





con discapacidad visual acceden a la información y participan en la sociedad. Uno de los avances más significativos fue el desarrollo del sistema Braille por Louis Braille en el siglo XIX, que proporcionó a las personas ciegas una herramienta esencial para la alfabetización y la inclusión educativa (Bicknell, 1975; Miele, 1994). Desde entonces, el Braille ha sido fundamental en la vida de millones de personas en todo el mundo, facilitando el acceso a la información impresa y promoviendo la autonomía personal.

La Tecnología Digital y el Braille

Con el avance de la tecnología en la era digital, han surgido nuevas herramientas y dispositivos que complementan y expanden las capacidades del Braille tradicional. Estas innovaciones tecnológicas han redefinido aún más las posibilidades para las personas con discapacidad visual, promoviendo la inclusión y facilitando el acceso a recursos educativos y culturales de manera más eficiente (García et al., 2019; Johnson, 2017). La combinación del Braille tradicional con la tecnología moderna, como las pantallas Braille electrónicas, los lectores de libros electrónicos accesibles y las aplicaciones móviles diseñadas específicamente para personas ciegas, ha ampliado significativamente las oportunidades educativas y laborales para esta población (Clark, 2018; Martínez, 2015).

Según el estudio realizado por Joshi et al. (2023) en la India, los avances técnicos recientes han posibilitado la realización de tareas inesperadas de manera fácil. Nuestra vida cotidiana está fuertemente influenciada por la tecnología, con la digitalización permeando todas las industrias, desde los libros electrónicos hasta la educación en línea. Uno de los campos de ciencia y tecnología de mayor crecimiento en el mundo moderno es el procesamiento de imágenes. En este contexto, el software se convierte en un recurso informático fundamental para crear interfaces de usuario efectivas. Es esencial tener en cuenta las necesidades de las personas ciegas al hablar de libros electrónicos. Por esta razón, los podcasts y los audiolibros fueron las primeras opciones ofrecidas. Esta accesibilidad no solo beneficia a las personas ciegas, sino también a los analfabetos, quienes ahora pueden acceder al texto mediante diversos métodos proporcionados. En este escenario, la extracción de texto de imágenes en Braille y su conversión en voz se vuelve factible. El objetivo principal de esa investigación fue utilizar técnicas de reconocimiento óptico de caracteres y conversión de texto a voz para lograr la conversión de texto en fotografías a voz, lo que permitiría su lectura en voz alta. Este estudio destaca la importancia de abordar las necesidades de accesibilidad en el mundo digital y tecnológico actual, desarrollando herramientas y soluciones que mejoren significativamente la accesibilidad y la experiencia de usuario para las



personas con discapacidad visual.

Por otro lado, un estudio llevado a cabo por Erick Leandro Sánchez Tapia (2023) en Chiclayo se enfoca en optimizar el método de aprendizaje del sistema Braille mediante un aplicativo para el reconocimiento de palabras, basado en un dispositivo gráfico táctil complementado por un sistema web. Su objetivo principal fue determinar un método de enseñanza adaptable al desarrollo educativo de los estudiantes con discapacidad visual. La hipótesis planteada sugiere que el empleo de herramientas tecnológicas puede superar las dificultades de aprendizaje. Para ello, se implementó el software utilizando la metodología RUP, lo cual demostró ser eficaz en la adaptación de los requisitos del usuario para futuras versiones, mejorando tanto los recursos de desarrollo como la tecnología utilizada.

Los resultados obtenidos demostraron que la herramienta tecnológica desarrollada reduce los tiempos de aprendizaje y facilita la interacción de los estudiantes con el material educativo. Se comprobó que los estudiantes, al utilizar esta herramienta, pueden reconocer letras y números más rápidamente, lo que mejora su avance en el aprendizaje. El dispositivo tecnológico contribuye al desarrollo intelectual, psicomotor y táctil de los estudiantes, facilitando su comprensión del lenguaje Braille y mejorando su interés por la lectura y su metodología didáctica. La programación para el reconocimiento de palabras y números en Braille se realizó mediante una tarjeta Arduino Mega, logrando que los estudiantes se sientan más entusiastas y motivados para seguir aprendiendo, lo que a su vez potencia su autoestima y autonomía, permitiéndoles comunicarse y expresarse con mayor facilidad (Sánchez Tapia, 2023).

Este estudio es de suma relevancia para la presente investigación, ya que proporciona evidencia concreta sobre cómo la integración de tecnologías específicas puede transformar significativamente el proceso de aprendizaje del Braille y potenciar las competencias educativas de los estudiantes con discapacidad visual. Los hallazgos y la metodología de Sánchez Tapia (2023) ofrecen una perspectiva valiosa para el diseño y la implementación de una aplicación web de traducción español-Braille y la creación de recursos educativos adaptados en el Centro de Educación Especial Nro. 09 “San Francisco de Asís”. Al aprovechar estas experiencias previas, se puede garantizar una mayor efectividad en el desarrollo de herramientas educativas personalizadas que aborden las necesidades específicas de los estudiantes con discapacidad visual, promoviendo así su inclusión y participación plena en el proceso educativo.

Beneficios de las nuevas tecnologías en el aprendizaje

El uso de tecnología digital en la educación de personas con discapacidad visual ha demostrado

no solo mejorar la capacidad de lectoescritura, sino también promover su integración en una sociedad cada vez más digitalizada. Para Smith (2018), estas herramientas permiten un acceso más rápido y eficiente a la información, facilitando la participación activa en diversos ámbitos sociales y educativos. Según Brown (2019), las tecnologías de asistencia han transformado significativamente la experiencia educativa de las personas con discapacidad visual, proporcionando medios alternativos y accesibles para el aprendizaje.

El estudio peruano de Pachterres Alor (2023) aborda la implementación de un aplicativo móvil diseñado para mejorar la interacción de las personas con discapacidad visual con sus dispositivos móviles, eliminando las limitaciones u obstáculos que enfrentan al no poder usarlos con normalidad. Actualmente, existen 2,200 millones de individuos con discapacidad visual en el mundo, y en el Perú hay 801,185 personas con esta condición. Utilizando la metodología MOBILE-D y el lenguaje de programación móvil en JavaScript, basado en el framework de código abierto React Native, el desarrollo del aplicativo móvil permitió resolver los requerimientos identificados a través de entrevistas virtuales y presenciales.

Las principales funcionalidades implementadas incluyeron interacciones por comando de voz para realizar llamadas, enviar y escuchar mensajes, gestionar contactos, alarmas y notas de voz. Los resultados mostraron que las personas con discapacidad visual podían interactuar más fácilmente con su dispositivo móvil, facilitando acciones como hacer llamadas, enviar mensajes y gestionar contactos y alarmas sin la necesidad frecuente de asistencia de terceros. Estas funcionalidades permitieron una mayor independencia y autonomía en el uso de dispositivos móviles para las personas con discapacidad visual (Pachterres Alor, 2023).

Esto proporciona una base sólida para el desarrollo de aplicaciones inclusivas en el ámbito de la educación y otras áreas, demostrando la efectividad de las tecnologías de asistencia para mejorar la accesibilidad y la calidad de vida de las personas con discapacidad visual.

El estudio de Alulema Asqui y Campoverde Molina (2023) en Ecuador también subraya los beneficios del uso de software educativo en la enseñanza del braille a niños con discapacidad visual. Su investigación implementa un prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille, desarrollado utilizando la metodología en cascada. El sistema, considerado amigable tanto por los estudiantes como por los profesores, mejoró la habilidad de memoria y la capacidad motora de los estudiantes. Aunque en su fase inicial de desarrollo, el sistema promete abordar completamente los contenidos de la asignatura de Lengua y Literatura. Este estudio proporciona valiosos aportes para la presente investigación, demostrando que es posible la integración entre

tecnología y educación inclusiva. Los resultados obtenidos, que destacan mejoras en la memoria y la capacidad motora de los estudiantes, proporcionan un fundamento sólido para el diseño de una aplicación web de traducción español-braille y la creación de recursos educativos adaptados en el Centro de Educación Especial N.º 09 “San Francisco de Asís” (Alulema Asqui & Campoverde Molina, 2023).

Otro estudio realizado por Yamil Condarco Calderon (2023) presenta el diseño de un dispositivo electrónico para apoyar el aprendizaje de lectura de caracteres Braille. Este sistema permite a las personas con discapacidad visual interactuar con su entorno de manera autónoma. El dispositivo tiene como finalidad apoyar a los instructores en el proceso de lectura de los caracteres Braille, mediante el uso de una aplicación móvil Android que facilita el aprendizaje secuencial y la práctica de los caracteres Braille. Además, incluye una base de datos para el seguimiento del progreso y un dispositivo simulador de caracteres Braille diseñado mediante impresión 3D. Este dispositivo se comunica de manera inalámbrica con el dispositivo móvil y utiliza una red privada virtual (VPN) para el registro y seguimiento del uso del dispositivo. Se realizaron pruebas en coordinación con la regional La Paz del Instituto Boliviano de la Ceguera, obteniendo recomendaciones que permitirán mejorar el desempeño del dispositivo Braille en el futuro (Condarco Calderon, 2023).

Desafíos en la Integración de Tecnología

La integración de la tecnología en la educación Braille no está exenta de desafíos. La disponibilidad de materiales en Braille, la formación adecuada de los educadores y las barreras económicas y sociales siguen siendo obstáculos significativos que deben ser superados para lograr una verdadera inclusión digital (Smith, 2018; Brown, 2019). En este sentido, la colaboración entre gobiernos, instituciones educativas y organizaciones no gubernamentales es crucial para superar estos desafíos y asegurar que las personas con discapacidad visual puedan beneficiarse plenamente de las innovaciones tecnológicas (OEA, 1999; CEPAL, 2014).

Un estudio realizado en el Centro de Educación Básica Alternativa (CEBA) Luis Braille, dirigido por Fray John Alarcón León (2022), exploró las actitudes de los estudiantes invidentes hacia la lectura del sistema Braille. Utilizando un enfoque cualitativo, se empleó el método de historias de vida y entrevistas para comprender las percepciones de los estudiantes respecto a la utilidad y relevancia del Braille en su educación y vida cotidiana. Este enfoque abarcó tres dimensiones: cognitiva, afectiva y comportamental. Los resultados obtenidos mostraron una actitud positiva hacia el Braille en todas las dimensiones analizadas. Los estudiantes reconocieron la utilidad del sistema para sus estudios y actividades diarias, expresaron su gusto por la práctica del Braille y



manifestaron el deseo de contar con más materiales en este sistema. Estas conclusiones proporcionan información valiosa para el diseño de estrategias destinadas a fortalecer y promover el uso del sistema Braille en la educación de personas con discapacidad visual (Alarcón León, 2022). Además, se alinean con los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU, que buscan garantizar una educación inclusiva y de calidad para todos para el año 2030.

Por otro lado, un estudio llevado a cabo por Pratima Singh, Ishita Kapoor y Adarsh Goyal (2023) resalta la importancia de atender las necesidades educativas de las personas con discapacidad visual en el ámbito de las Ciencias y las Matemáticas. Su investigación se centra en desarrollar soluciones innovadoras basadas en aprendizaje automático para mejorar el acceso y la comprensión de conceptos avanzados. La "Educación para Todos" y la "Educación inclusiva" siguen siendo desafíos significativos en los países en desarrollo. Las personas con discapacidad visual enfrentan barreras adicionales para acceder a una educación integral, con limitaciones especialmente evidentes en el ámbito de las Ciencias y las Matemáticas. La falta de materiales de estudio adaptados y recursos educativos adecuados restringe su aprendizaje a los campos de humanidades en la educación general.

La solución convencional basada en el Braille ofrece una respuesta parcial a este problema, pero resulta insuficiente para abordar las necesidades educativas más avanzadas en áreas como Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). En respuesta a esta brecha, su investigación se centra en el desarrollo de soluciones innovadoras que permitan a las personas con discapacidad visual comprender conceptos avanzados en Ciencias y Matemáticas y estudiar estas materias más allá de la escuela secundaria. En su propuesta, han diseñado un sistema integrado de software y hardware basado en aprendizaje automático.

Este sistema ofrece diversas funcionalidades, como "Conceptos y explicación", "Material de estudio", y "Práctica y Ponte a prueba", todo accesible a través de la función de accesibilidad TalkBack de la aplicación. Este enfoque innovador no solo brinda acceso a contenido educativo avanzado, sino que también proporciona retroalimentación inmediata sobre la precisión de las representaciones táctiles, gracias a algoritmos de aprendizaje automático integrados. De esta manera, su investigación busca llenar una brecha crucial en los recursos educativos disponibles para personas con discapacidad visual, superando los desafíos de la integración tecnológica y facilitando el acceso y participación en áreas de estudio necesarias para una formación integral.

Marcos legales y políticas regionales

A nivel regional, en las Américas, la Organización de los Estados Americanos (OEA) y otras



entidades han desarrollado marcos legales y políticas para promover la inclusión de personas con discapacidad visual, subrayando la importancia del acceso a la tecnología como un derecho fundamental (OEA, 1999; CEPAL, 2014). Estas políticas buscan garantizar que todas las personas, independientemente de su condición visual, tengan las mismas oportunidades de acceso a la educación y a la información.

El estudio de Santa-Cruz Terán y Orrego Díaz Velásquez (2023) se centró en analizar y comparar las políticas educativas para la educación inclusiva en Perú y Brasil, examinando leyes y programas de reforma educativa. El enfoque metodológico fue cualitativo, descriptivo y comparativo, basado en documentos legales y artículos científicos, con métodos analíticos de revisión y documentación. Los resultados del análisis permitieron identificar la influencia de los organismos internacionales en la política educativa de cada país, destacando cómo las políticas de educación inclusiva han evolucionado en ambos contextos.

El estudio reveló que Brasil muestra mayores niveles de acceso y equidad en la educación inclusiva desde la educación especial, debido a la integración de la formación ciudadana y la educación, lo que ha contribuido a mejorar su economía y reducir la pobreza y la desigualdad. En contraste, Perú enfrenta desafíos significativos en la implementación de políticas inclusivas, con barreras que incluyen actitudes docentes, limitaciones del sistema educativo y cuestiones pedagógicas.

Este análisis proporciona una comprensión profunda de las diferencias en la implementación de políticas de educación inclusiva en Perú y Brasil, destacando la necesidad de superar las barreras existentes en Perú para mejorar la inclusión educativa. Las reformas educativas en ambos países han sido promovidas por organismos internacionales, aunque su impacto ha sido diferente debido a factores culturales, económicos, sociológicos y políticos.

Basándonos en esta investigación como referencia, podemos adquirir un entendimiento más completo sobre las políticas de educación inclusiva en contextos latinoamericanos. Este conocimiento podría ser útil para guiar el diseño y la implementación de nuevas políticas y programas educativos que promuevan una mayor inclusión y accesibilidad en el ámbito educativo (Santa-Cruz Terán & Orrego Díaz Velásquez, 2023).

Impacto de las Innovaciones Tecnológicas

El impacto de las innovaciones tecnológicas en la vida de las personas con discapacidad visual es significativo. Las herramientas digitales no solo permiten una mayor autonomía y acceso a la

información, sino que también abren nuevas posibilidades en el ámbito laboral y personal. Para García et al. (2019), estas tecnologías representan un cambio paradigmático en la forma en que las personas ciegas interactúan con su entorno y participan en la sociedad.

El artículo peruano de Salazar Ranilla, Pérez Nuñez y Rondón-Jara (2023) destaca la importancia de implementar el sistema Braille en los supermercados para facilitar la autonomía de las personas con discapacidad visual. En el Perú, cerca del 9.2% de la población presenta discapacidad visual, siendo Lima la ciudad con mayor porcentaje. Estas personas enfrentan dificultades significativas en sus actividades diarias, como hacer compras en supermercados debido a la falta de herramientas que les permitan reconocer productos, conocer su costo o ubicarlos adecuadamente.

La investigación subraya la relevancia del diseño inclusivo y del empaquetamiento inclusivo para fomentar la accesibilidad y asegurar que todos puedan adquirir productos sin dificultad. Se mencionan tecnologías y maquinarias de impresión, como la impresora Everest-D V5, que simplifican la producción de etiquetas en Braille. La implementación de este sistema ha recibido una gran aprobación del público, y varios productos ya han adoptado etiquetas en Braille. Asimismo, se comparan las leyes de consumo de Perú y Colombia, mostrando que Colombia ha avanzado en la renovación de su legislación para incluir el Braille en los empaques de productos de supermercado, mientras que Perú aún mantiene su ley original.

El estudio también destaca el papel creciente de la tiflotecnología en los supermercados peruanos, que permite una ejecución más eficiente de estas iniciativas. Finalmente, se afirma que el sistema Braille puede adaptarse a los espacios de los supermercados para que los usuarios con discapacidad visual puedan ubicarse con precisión, especialmente dado que los perros guía aún no están completamente aceptados en todas las instalaciones. Si bien el estudio se centra en la aplicación en los supermercados, ésta reafirma que el sistema Braille es un método esencial para la lectura y la autonomía de las personas con discapacidad visual en cualquier ambiente en el que se encuentren. (Salazar Ranilla, Pérez Nuñez, & Rondón-Jara, 2023).

Conclusiones

Esta revisión resalta cómo las innovaciones tecnológicas, desde la creación del sistema Braille por Louis Braille hasta su integración con tecnología digital moderna, han transformado radicalmente la accesibilidad y la inclusión educativa para personas con discapacidad visual, de ello podemos destacar lo siguiente:

La integración del Braille tradicional con tecnologías modernas como pantallas electrónicas

y aplicaciones móviles ha ampliado oportunidades educativas y laborales, mejorando la participación social de personas con discapacidad visual (García et al., 2019; Johnson, 2017).

Estudios locales, como el de Pacherras Alor (2023) en Perú y Sánchez Tapia (2023) en Chiclayo, destacan cómo aplicativos móviles y herramientas educativas adaptadas pueden aumentar la autonomía y calidad de vida de estas personas.

La integración de tecnología en la educación Braille enfrenta desafíos como la disponibilidad de materiales y la formación de educadores, que requieren colaboración entre gobiernos, instituciones y ONGs para superarse (Smith, 2018; Brown, 2019).

Políticas regionales como las de la OEA y CEPAL son cruciales para garantizar el acceso equitativo a la tecnología para personas con discapacidad visual, adaptándolas a contextos específicos como los analizados por Santa-Cruz Terán y Orrego Díaz Velásquez (2023).

Referencia bibliográfica

- Alarcón, F. J. (2022). Actitudes de estudiantes invidentes hacia la lectura del sistema braille del CEBA Luis Braille Comas-Lima 2020. (Trabajo de investigación de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Educación, Escuela Profesional de Educación). Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.
- Alulema-Asqui, S. A., & Campoverde-Molina, M. (2023). Prototipo de software para la enseñanza- aprendizaje de braille. *MQRInvestigar*, 7(4), 1188–1206. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.4.2023.1188-1206>
- Bicknell, M. (1975). *Louis Braille: A touch of genius*. National Braille Press.
- Brown, A. (2019). Braille literacy: A pathway to lifelong learning. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 113(5), 423-430.
- Brown, A. (2019). Educator training in Braille instruction: A critical review. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 113(2), 78-85.
- CEPAL. (2014). Discapacidad y desarrollo en América Latina y el Caribe: La inclusión de las personas con discapacidad en la agenda de desarrollo post 2015. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36728/1/S1420247_es.pdf
- Condarco Calderon, Y. (2023). Dispositivo electrónico para apoyar el aprendizaje inicial de lectura Braille. *Journal Boliviano De Ciencias*, 19(54), 61–76. <https://doi.org/10.52428/20758944.v19i54.990>
- García, E., et al. (2019). Advantages of braille literacy for blind and visually impaired students. *Education Sciences*, 9(4), 256.
- García, M., et al. (2019). Accessible Education: The Impact of Braille on Learning. *International Journal of Special Education*, 34(1), 123-136.
- Johnson, L. (2017). Braille as a Tool for Access to Information. *Journal of Rehabilitation for the Blind and Visually Impaired*, 10(2), 87-98.
- Johnson, M. (2017). Challenges in teaching Braille: Perspectives from educators. *Journal of Special Education*, 42(4), 321-335.
- Joshi, D., et al. (2023). An interactive and economical embedded Braille machine for the visually challenged people. In 2023 9th International Conference on Signal Processing and Communication (ICSC) (pp. 632-637). IEEE.



- <https://doi.org/10.1109/ICSC60394.2023.10441493>
- Miele, J. (1994). Louis Braille: A brief overview. *Future Reflections*, 13(4).
<https://nfb.org/images/nfb/publications/fr/fr13/issue4/f130406.html>
- Pacherres Alor, J. R. (2023). Implementación de un aplicativo móvil para mejorar la accesibilidad en personas con discapacidad visual en Lima (Tesis de pregrado, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Ciencias y Humanidades).
- Salazar Ranilla, A., Perez Nuñez, A., & Rondon-Jara, E. (2023). La implementación del sistema Braille en supermercados peruanos. *Bitácora Journal*, 1(1), 40-53.
- Sanchez Tapia, E. L. (2023). Aplicativo para el reconocimiento de palabras basado en un dispositivo gráfico táctil en el aprendizaje con el sistema Braille, en el centro de recursos de educación básica especial “Cebe” de Chiclayo (Tesis para optar el título de Ingeniero de Sistemas y Computación). Chiclayo.
- Santa-Cruz Terán, F. F., & Díaz Velásquez, K. L. (2023). Una mirada a la educación inclusiva de Perú y Brasil. *Revista Científica YACHAQ*, 6(2), 7.
<https://doi.org/10.46363/yachaq.v6i2.7>
- Singh, P., et al. (2023). Educational software system for teaching STEM to visually impaired people. *Journal of Physics: Conference Series*, 2570, 012030.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/2570/1/012030>
- Smith, P. (2018). Braille: Empowering Individuals with Visual Impairments. *Journal of Visual Literacy*, 25(1), 55-68.
- Smith, R. (2018). Availability of Braille materials in developing countries. *International Journal of Special Education*, 33(3), 556-567. [herramientas DevOps. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11804](http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11804)

