

Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

INCLUSIÓN DIGITAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

**DIGITAL INCLUSION OF VISUALLY IMPAIRED PEOPLE: A
SYSTEMATIC REVIEW AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS**

Lídice Haz

Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

Jaime Moises Minchala Marquino

Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

Isabel Balón Ramos

Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12545

Inclusión Digital de Personas con Discapacidad Visual: Una Revisión Sistemática y Análisis Bibliométrico

Lídice Haz¹victoria.haz@hotmail.com<https://orcid.org/0000-0003-1291-1875>Universidad Estatal Península de Santa Elena
Ecuador**Jaime Moises Minchala Marquino**jminchala@upse.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-9427-738X>Universidad Estatal Península de Santa Elena
Ecuador**Isabel Balón Ramos**ibalon@upse.edu.ec<https://orcid.org/0000-0003-2672-4683>Universidad Estatal Península de Santa Elena
Ecuador

RESUMEN

El uso de la tecnología en la sociedad actual promueve la inclusión digital de grupos vulnerables entre ellos, las personas con discapacidad visual. Estas tecnologías son las denominadas tecnologías de asistencia que están al servicio de grupos vulnerables para ayudar a mejorar su calidad de vida. El objetivo de este trabajo es evaluar la aplicación de las tecnologías en la inclusión de las personas con discapacidad visual mediante el desarrollo de cuatro preguntas de investigación centradas en el uso de las tecnologías de asistencia. Para el desarrollo de la investigación, se aplicó la técnica de revisión sistemática de literatura con la bibliométrica. El análisis incluyó una descripción de los desafíos, los enfoques y las soluciones que se promueven a través de las tecnologías de asistencia; tales como, adaptación tecnológica musical, desarrollo de bastones inteligentes, sistemas de detección de obstáculos para mejorar la movilidad, y herramientas de aprendizaje Braille mediante retroalimentación electrónica. En general, los resultados del análisis bibliométrico indicaron que existe un avance en el diseño e implementación de herramientas de hardware y software para personas no videntes. Estas herramientas, fomentan su desarrollo socio-tecnológico; y ayudan a reducir la brecha digital, promoviendo la igualdad y la autonomía de este grupo de personas.

Palabras clave: inclusión digital, tecnología de asistencia, discapacidad visual, accesibilidad

¹ Autor principal.

Correspondencia: victoria.haz@hotmail.com

Digital Inclusion of Visually Impaired People: A Systematic Review and Bibliometric Analysis

ABSTRACT

The use of technology in today's society promotes the digital inclusion of vulnerable groups, among them, people with visual disabilities. These technologies are so-called assistive technologies that serve vulnerable groups to help improve their quality of life. The objective of this work was to evaluate the application of technologies in the inclusion of people with visual impairments by developing four research questions focused on the use of assistive technologies. For the development of the research, the systematic literature review technique with bibliometrics was applied. The analysis included a description of the challenges, approaches and solutions that are promoted through assistive technologies, such as, musical technological adaptation, development of smart canes, obstacle detection systems to improve mobility, and Braille learning tools through electronic feedback. In general, the results of the bibliometric analysis indicated that there is advance in the design and implementation of hardware and software tools for blind people. These tools encourage their socio-technological development; and they help reduce the digital divide, promoting equality and autonomy for this group of people.

Keywords: digital inclusion, assistive technology, visual impairment, accessibility

Artículo recibido 10 junio 2024

Aceptado para publicación: 15 julio 2024



INTRODUCCIÓN

La creación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) es uno de los logros más admirados por la sociedad. Esto debido a que, ha traído cambios esenciales para vivir y trabajar en la sociedad actual. En este sentido, también se han creado tecnologías inclusivas para ayudar a grupos vulnerables (Galperín, 2017). En este trabajo, se analiza el uso de la tecnología en el mejoramiento de la calidad de vida de personas no videntes. La no videncia o discapacidad visual, y la ceguera ocupan el primero y segundo tipo de discapacidad en el ser humano con mayor presencia en el mundo, y se definen en la actualidad por medio de cinco categorías del deterioro visual, las cuales son: discapacidad visual leve, moderada, severa y tres niveles diferentes de ceguera (Escudero, 2011).

Las TIC son herramientas importantes para obtener información del entorno; además, han permitido a las personas no videntes, accedan a la información, lo que la convierte en un instrumento necesario para la inclusión dentro de espacios educativos, permitiendo mejorar el desempeño escolar al facilitar el acceso a contenido visual (Doménech Riera, 2010). En este contexto, surge la denominada tiflotecnología, que implica el estudio y análisis del impacto que tiene el uso de las tecnologías sobre las personas con discapacidad visual, cuya finalidad es implementar las TIC a través de dispositivos electrónicos con hardware y software, que facilite la independencia y autonomía personal de las personas no videntes, y con ello, obtener la accesibilidad y la usabilidad de las TIC (Sánchez García, 2017).

Esta revisión contribuye en la identificación de las tendencias, los enfoques y las áreas de investigación más relevantes en este campo, proporcionando un amplio panorama de los avances y los desafíos existentes en este campo del conocimiento. Además, al realizar un análisis cuantitativo de la producción científica, las citas y las redes de colaboración, se podrá identificar a los autores, y las instituciones más influyentes en este campo, y establecer conexiones entre diferentes áreas temáticas. Este trabajo contribuye en informar y orientar futuras investigaciones, así como, fomentar la colaboración y el intercambio de conocimientos entre la comunidad académica, científica, y los actores involucrados en la inclusión digital de personas con discapacidad visual.

METODOLOGÍA

En este documento se llevó a cabo una exhaustiva búsqueda de artículos relacionados. Posteriormente, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión pertinentes con el fin de filtrar el número de artículos

obtenidos. Luego, se seleccionaron los trabajos relevantes en función de las preguntas de investigación para garantizar su alineación con los objetivos de la investigación. Finalmente, se llevó a cabo un análisis detallado de los artículos seleccionados, y se generó un informe con los resultados obtenidos.

Preguntas de Investigación

Esta revisión aborda las siguientes preguntas de investigación:

RQ1: ¿Cuáles son los desafíos de la sociedad del conocimiento para la inclusión digital de personas con discapacidad visual?

RQ2: ¿Qué tipos de estudios se han desarrollado para fomentar la inclusión digital de personas con discapacidad visual?

RQ3: ¿Qué tipo de herramientas de hardware y software se han propuesto para promover el desarrollo socio-tecnológico de las personas con discapacidad visual?

RQ4: ¿Qué tipo de tecnologías se han utilizado para desarrollar equipos de impresión de código Braille, y qué ventajas y desventajas se han identificado?

Fuente de datos

En la revisión sistemática se analizan y sintetizan las pruebas encontradas del análisis bibliométrico sobre la inclusión digital en personas con discapacidad visual. Se utilizaron diferentes bibliotecas digitales para identificar los artículos de investigación, entre ellas Google Scholar, Scopus, Scielo; el primero es un motor de búsqueda especializado en obtener información científica y académica. Las siguientes son bases de datos bibliográficas para la búsqueda y acceso de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas. El idioma de los trabajos revisados fue en inglés y español. La Tabla 1, muestra el resumen de la cantidad de artículos encontrados en cada fuente de datos.

Tabla 1. Fuentes de datos con número de artículos identificados y seleccionados

Fuentes de datos	Número de artículos descubiertos	Número de artículos seleccionados	Número de artículos rechazados
Scopus	23	1	22
Ieee xplore	35	4	31
Google scholar	24	7	17
Scielo	17	6	11



Principio de selección y no selección de los artículos de investigación

Se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre la inclusión digital de personas con discapacidad visual, utilizando principios de selección y no selección para elegir los artículos relevantes. Se realizaron búsquedas en diversas fuentes de datos utilizando una cadena de búsqueda específica, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Palabras claves utilizadas en la búsqueda bibliográfica

Tecnología + Discapacidad visual	Inclusión digital + Discapacidad visual	Habilidades digitales + Discapacidad Visual	Digital inclusion + Visual disability
	Accesibilidad digital + Discapacidad visual	technology + visual impairment	Digital accessibility + Visual disability

Para determinar la inclusión de los artículos, se aplicaron varios principios de selección (PS) y no selección (PNS) en una secuencia. A continuación, se describen estos principios:

Principios de selección (PS):

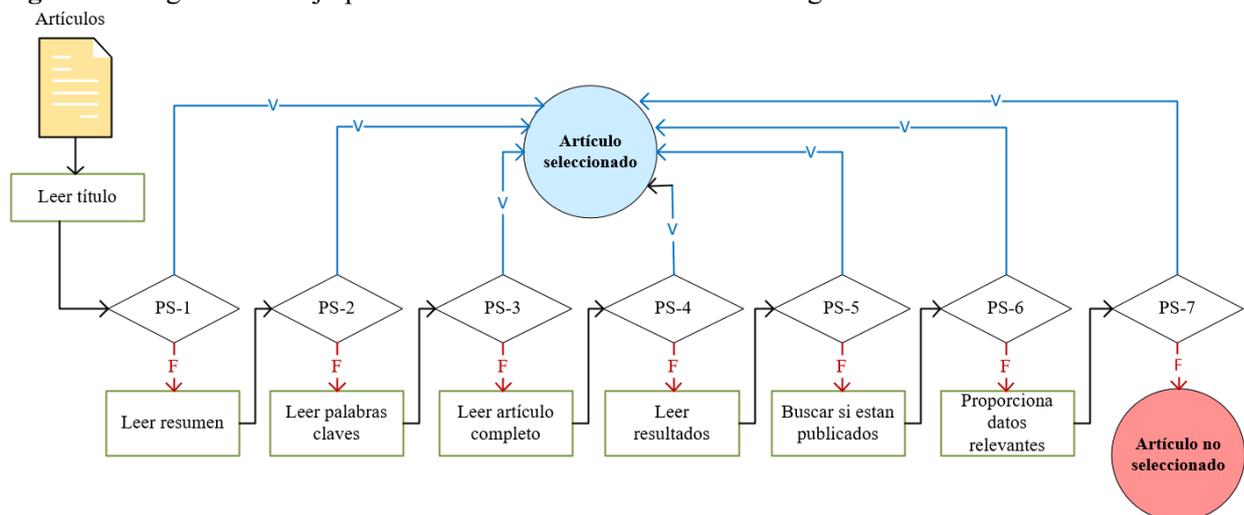
- PS-1: Seleccionar los artículos, si existe una asociación entre el título del artículo y algunas o todas las palabras clave desarrolladas en este estudio.
- PS-2: Seleccionar los artículos cuyos resúmenes contengan explicaciones o lecturas sugeridas relacionadas con la inclusión digital de personas con discapacidad visual.
- PS-3: Seleccionar los artículos cuyas palabras claves correspondan con las palabras claves definidas para este análisis bibliométrico.
- PS-4: Seleccionar los artículos que presenten nuevos enfoques o desarrollos, relacionados con las tecnologías de asistencia, inclusión digital o mejoras en la calidad de vida de personas con discapacidad visual.
- PS-5: Seleccionar los artículos que presenten resultados de investigaciones empíricas o estudios de caso, relacionados con la inclusión digital de personas con discapacidad visual.
- PS-6: Seleccionar los artículos publicados en revistas o conferencias reconocidas en el campo de la inclusión digital, tecnologías de asistencia o discapacidad visual.
- PS-7: Seleccionar los artículos que proporcionen datos cuantitativos o cualitativos relevantes sobre la inclusión digital de personas con discapacidad visual.

Principios de no selección (PNS):

- PNS-1: No seleccionar artículos que no cumplan con los criterios de inclusión establecidos.
- PNS-2: No seleccionar artículos que no estén disponibles en formatos completos, o no estén accesibles para su revisión.
- PNS-3: No seleccionar artículos que no estén escritos en el idioma requerido para el análisis bibliométrico.
- PNS-4: No seleccionar artículos cuyos estudios estén centrados con discapacidades diferentes a la visual, o que no se enfoquen específicamente en la inclusión digital.
- PNS-5: No seleccionar artículos que sean duplicados, o que proporcionen información redundante en relación con otros artículos incluidos.

La Figura 1, muestra el diagrama de flujo para seleccionar los artículos de investigación, ilustrando de manera visual el proceso de selección y no selección utilizada. Inicialmente, se identificaron diversas fuentes de datos, y se aplicó la cadena de búsqueda establecida. Los artículos resultantes se sometieron a una evaluación exhaustiva según los principios de selección establecidos, para finalmente escoger los artículos de investigación pertinentes para este estudio.

Figura 1. Diagrama de flujo para seleccionar los artículos de investigación



Análisis de preguntas de investigación

En esta sección, se contestan las preguntas de investigación a través de un análisis crítico relacionado con las tecnologías inclusivas dirigidas a personas con discapacidad visual.

RQ1: ¿Cuáles son los desafíos de la sociedad del conocimiento para la inclusión digital de personas con discapacidad visual?

La sociedad del conocimiento presenta una serie de desafíos significativos en lo que respecta a la inclusión digital de personas con discapacidad visual. Estos desafíos incluyen barreras tecnológicas, limitaciones de acceso y falta de conciencia sobre las necesidades específicas de este grupo. Para superar estos desafíos, es fundamental implementar enfoques inclusivos, promover la sensibilización, y garantizar la disponibilidad de herramientas y recursos tecnológicos accesibles, que permitan una inclusión digital genuina y equitativa para este grupo (Zapata et al., 2017).

Para abordar esta interrogante, se describen los desafíos actuales que obstaculizan el logro de una inclusión digital efectiva para este grupo de personas. Estas barreras, limitan el acceso equitativo a las TIC, así como su adaptación con la tecnología existente, y la falta de conciencia sobre las necesidades y derechos de este grupo en el entorno digital. Este estudio, proporciona una visión global de los desafíos que deben afrontarse, para lograr una inclusión digital genuina para las personas con discapacidad visual, en el contexto de la sociedad del conocimiento. La Tabla 3, expone los desafíos identificados para la inclusión digital de personas con discapacidad visual.

Tabla 3. Desafíos en la inclusión digital de personas con discapacidad visual

Desafíos	Descripción
Barreras tecnológicas	Las personas con discapacidad visual enfrentan obstáculos en el acceso y uso de tecnologías digitales debido a la falta de accesibilidad, interfaces inadecuadas y limitaciones en el software y hardware.
Limitaciones en el acceso a contenidos digitales	Existe una escasez de información y contenidos digitales adaptados para personas con discapacidad visual, lo cual dificulta su participación plena en actividades educativas, laborales y sociales.
Falta de conciencia y sensibilización	La falta de conciencia y comprensión sobre las necesidades y capacidades de las personas con discapacidad visual contribuye a su exclusión digital. Esto se refleja en la falta de políticas inclusivas y programas de capacitación adecuados.
Exclusión digital	La brecha digital se amplía para las personas con discapacidad visual, lo que resulta en una limitada participación en actividades en línea, falta de oportunidades educativas y laborales, y menor acceso a servicios esenciales.
Costo y disponibilidad	La adaptación de la tecnología existente para satisfacer las necesidades de las personas con discapacidad visual a menudo implica costos adicionales. Esto puede resultar en una falta de disponibilidad de soluciones accesibles y dificultades para acceder a dispositivos y software adaptados.

Para superar estos desafíos, se requiere promover políticas inclusivas, desarrollar tecnologías accesibles, y sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de la inclusión digital para todas las personas; además de, un esfuerzo en conjunto con gobiernos, organizaciones de la sociedad civil, instituciones educativas, y el sector privado, para garantizar la igualdad de oportunidades, y el pleno disfrute de los beneficios de la inclusión digital para las personas con discapacidad visual.

RQ2: *¿Qué tipos de estudios se han desarrollado para fomentar la inclusión digital de personas con discapacidad visual?*

Esta sección analiza, los diferentes enfoques y resultados de estudios, que buscan comprender los desafíos, y desarrollar estrategias tecnológicas para mejorar su participación y acceso a las TIC, brindando una visión integral de los esfuerzos realizados en este campo. La Tabla 4, expone los trabajos seleccionados para este estudio, describiendo las tecnologías utilizadas para fomentar la inclusión digital de personas con discapacidad visual. A continuación, se presenta una síntesis de las diferentes tecnologías identificadas en los estudios seleccionados.

El estudio propuesto por (Trujillo Mora et al., 2021) presenta el diseño de un Bastón Blanco Inteligente que utiliza sensores ultrasónicos y sistema GPS. El objetivo de este trabajo, fue proporcionar a las personas con discapacidad visual, una herramienta de movilidad que les ayuda a detectar obstáculos, y navegar por su entorno con precisión y eficacia. La propuesta presentada por (Cruz-Felipe et al., 2018) utiliza tecnología RFID, y tecnologías de detección de desplazamiento para un sistema de alerta para estudiantes con discapacidad visual en UTM. El objetivo es permitir el seguimiento, y monitoreo del movimiento de los estudiantes, proporcionando alertas en tiempo real para mejorar su seguridad y autonomía en el entorno universitario. Otro estudio presentado por (Camargo et al., 2017) utiliza medios informativos de audio, y geolocalización satelital para guiar a pasajeros con discapacidad visual dentro del sistema de transporte masivo de Transmilenio. Este trabajo, proporciona a las personas con discapacidad visual, información auditiva precisa, y ubicaciones geográficas actualizadas, lo cual, les permite moverse de forma independiente y segura. En este mismo sentido, la propuesta presentada por (Tristán et al., 2016a) propone el uso de una aplicación móvil que utiliza procesos de movilización autónoma y emisión de alertas para monitorear individuos con discapacidad visual. El objetivo es

proporcionar una mayor autonomía de movilidad y seguridad al emitir alertas y asistencias por emergencias en tiempo real.

En el campo académico, el estudio presentado por (Palomino, 2013), utiliza dispositivos de guía portátiles para evaluar las posibilidades didácticas de la tiflotecnología para la educación inclusiva de estudiantes con discapacidad visual. El objetivo de usar estos dispositivos es mejorar la autonomía de los estudiantes, proporcionándoles orientación y apoyo en su proceso de aprendizaje, y fomentar su inclusión en el entorno educativo. El estudio propuesto por (Gorbunova et al., 2020) implementa la tecnología de música por computadora, para desarrollar software de enseñanza de música a personas con discapacidades visuales profundas. Este método fue elegido debido a la adaptabilidad de la tecnología de música por computadora, para satisfacer las necesidades y habilidades únicas de las personas con discapacidad visual, permitiéndoles aprender y disfrutar de la música de una manera accesible.

Otra tecnología, es el uso de técnicas de digitalización fotogramétrica aplicada, y tratamiento virtual de pinturas, para ofrecer una experiencia de realidad virtual accesible a personas con discapacidad visual (Roque-Martins & Crespillo-Marí, 2023). Estas técnicas recrean obras de arte virtualmente, proporcionando una experiencia sensorial rica y auténtica a las personas con discapacidad visual.

Tabla 4. Estudios seleccionados que se han desarrollado para fomentar la inclusión digital de personas con discapacidad visual

Nº	Autor	Objetivos	Tecnologías utilizadas	Resultados	Limitaciones y Trabajo Futuro
1	(Gorbunova et al., 2020)	Desarrollo de software aplicado para enseñar música a personas con discapacidad visual profundas, basadas en tecnologías asistidas de música por computadora	Uso de la tecnología de computadoras musical (TCM)	90% (Precisión)	Cumplir con los parámetros que permitirán que esta aplicación se utilice en varios campos de actividad de los músicos BVI.
2	(Trujillo Mora et al., 2021)	Diseño de Bastón Blanco Inteligente UAEM para personas con discapacidad visual	Sensores ultrasónicos Sistema GPS	98% (Precisión)	Mejoramiento del proceso de entrenamiento y adaptación.
3	(Cruz-Felipe et al., 2018)	Implementación de un sistema de alerta para estudiantes con discapacidad visual en la UTM	Tecnología RFID Tecnologías para censar el desplazamiento de personas	85% (Precisión)	Ampliaciones del sistema y mejoras.

4	(Camargo et al., 2017)	Orientación de pasajeros con discapacidad visual dentro del sistema de transporte masivo Transmilenio	Medios de audio informativo Geolocalización satelital	98% (Precisión)	Implementar la tecnología GSM GPRS (mensajes de alerta y el uso de placas con montajes de circuitos superficiales)
5	(Palomino, 2013)	Fomentar la Tiflotecnología e inclusión educativa	Dispositivo portátil de guiado para mejorar el nivel de autonomía	98% (Precisión)	Crear planes de investigación que desafíen las desigualdades
6	(Roque-Martins & Crespillo-Marí, 2023)	Diseñar una metodología en relación con el uso de la realidad virtual, en personas con discapacidad visual	Digitalización en fotogramétrica y tratamiento virtual de la pintura	95% (Precisión)	Efectivizar el encuentro estético entre el espectador con discapacidad visual, y el objeto de museo, del modo más auténtico posible
7	(Tristán et al., 2016a)	Diseño de aplicación móvil para el monitoreo de personas con discapacidad visual	Procesos de movilización autónoma Emisión de alertas	95% (Precisión)	Reconocer localidades de interés por donde la PcDV transita
8	(Kelly & Smith, 2011)	Analizar el impacto de la tecnología de asistencia en el rendimiento académico de estudiantes con discapacidad visual.	Tecnología de asistencia en el rendimiento educativo	97% (Precisión)	Investigación longitudinal y evaluación de intervenciones específicas.
9	(Alvarado & Mosquera, 2016)	Diseñar un sistema de detección de obstáculos para mejorar la movilidad de personas con discapacidad visual	Se basa en sensores de ultrasonido, y una aplicación de Android para procesar y comunicar información útil.	80% (Precisión)	Mejoramiento del sistema propuesto en la detección de los obstáculos.

RQ3: *¿Qué tipo de herramientas de hardware y software se han propuesto para promover el desarrollo socio-tecnológico de las personas con discapacidad visual?*

En esta sección, se sintetizan estudios y trabajos de investigación, que han explorado diversas herramientas de hardware y software, destinadas a mejorar la inclusión digital de personas con discapacidad visual. La Tabla 5, describe los trabajos relevantes en este campo. El principal objetivo, es

comprender el impacto y la eficacia de las tecnologías asistidas; así como, identificar posibles áreas de mejora, y desarrollo futuro, a través del análisis de estudios propuestos en este campo.

El trabajo propuesto por (Brulé et al., 2020) ofrece una visión general de las tecnologías específicas desarrolladas para personas con discapacidad visual, y su evaluación mediante enfoques cuantitativos, lo que proporciona información valiosa sobre su eficacia y utilidad. El trabajo propuesto por (Manzoor & Vimarlund, 2018), analiza el papel de las tecnologías digitales en la inclusión social de personas con discapacidad; así como el trabajo presentado por (Bermúdez, Sevilla, et al., 2014), que aborda la brecha digital de personas con discapacidad visual, los cuales proporcionan información sobre las herramientas tecnológicas, que se han desarrollado para reducir esta brecha y mejorar la inclusión digital de este grupo. Otros trabajos se enmarcan en la accesibilidad de recursos educativos digitales, para usuarios con discapacidad visual total, lo cual brinda información sobre las herramientas de hardware y software, que se han desarrollado para mejorar la accesibilidad en el entorno educativo (Moreno et al., 2018; Pérez Ibarra et al., 2014).

Tabla 5. Estudios seleccionados que aplican herramientas de hardware y software para promover el desarrollo socio-tecnológico de las personas con discapacidad visual

N°	Autor	Fines y Objetivos	Técnicas	Resultados	Limitaciones y Trabajo Futuro
1	(Brulé et al., 2020)	Revisión de evaluaciones empíricas cuantitativas de tecnología para personas con discapacidad visual.	de Análisis de corpus de 178 trabajos de tecnologías para discapacidad visual, enfocados en evaluaciones cuantitativas y análisis de contenido para identificar problemas y pautas.	Visión histórica y pautas para mejorar evaluaciones, resaltando la importancia de enfoques sistemáticos y consistentes.	Mejorar las técnicas de HCI en la implementación de herramientas que ayudan en la discapacidad visual.
2	(Castaneda et al., 2021)	Aplicación de tecnología de asistencia para la discapacidad visual.	de Aplicación del enfoque descriptivo y expositivo, sin detalles técnicos específicos de implementación.	Presentación de tres iniciativas: Paper Blocky Coding, intérprete en línea de ASL y Perro Guía Robótico, resaltando su impacto positivo en personas con	Profundizar en el impacto y eficacia de las iniciativas.

					discapacidad visual.	
3	(Manzoor & Vimarlund, 2018)	Implementación de tecnologías digitales para la inclusión social de las personas con discapacidad.	Análisis de literatura de estudios publicados entre 2010 y 2016.	de	No se identificaron patrones concretos de tecnologías para la inclusión social.	Ampliar la investigación, para futuras innovaciones tecnológicas.
4	(Moreno et al., 2018)	Evaluación de accesibilidad de recursos educativos digitales: identificando barreras para usuarios con discapacidad visual total	Ejecución de pruebas automáticas, manuales para analizar la accesibilidad de los recursos digitales.	de	Los resultados de las herramientas automáticas no son 100% confiables, estas deberían acercarse a la realidad de la accesibilidad ofrecida.	Realizar evaluaciones similares para otros tipos de discapacidades, y combinar procesos automáticos con evaluaciones manuales para obtener resultados más precisos y relevantes
5	(Bermúdez, María del Sol Fortea Sevilla, et al., 2014)	Análisis de la brecha digital en personas con discapacidad visual	Grupos de discusión con no videntes, profesionales y familiares, seguido de un cuestionario adhoc.		Identificación de la "brecha digital" en acceso, uso y calidad de las TIC entre personas con discapacidad visual.	Abordar desigualdades y mejorar el acceso y uso de las TIC por personas con discapacidad visual.
6	(Pérez Ibarra et al., 2014)	TIC, Educación y Discapacidad Visual	Estudios de casos que presentan diferentes tipos de tecnología educativa, y de acceso para niños con discapacidad visual.		Enfatizar el valioso papel de las TIC en la mejora de la participación educativa de niños con discapacidad visual.	Continuar investigando y desarrollando tecnologías para mejorar la educación de niños con discapacidad visual.

RQ4: *¿Qué tipo de tecnologías se han utilizado para desarrollar equipos de impresión de código Braille, y qué ventajas y desventajas se han identificado?*

La impresión en código Braille, ha sido un avance fundamental en el campo de la tecnología de asistencia para personas con discapacidad visual. Esta tecnología ha permitido a las personas no videntes acceder a la información de una manera táctil y eficiente, facilitando la lectura y comprensión de diversos documentos. Existen diferentes tipos de equipos de impresión de código Braille que han evolucionado a lo largo del tiempo, ofreciendo ventajas significativas en términos de accesibilidad,

autonomía y rapidez para los usuarios. Sin embargo, se han identificado obstáculos, como el costo y el mantenimiento de estos dispositivos, así como ciertas limitantes en cuanto a los materiales de impresión. En esta revisión, se describen las tecnologías utilizadas en estos equipos, analizando las ventajas, y desventajas que presentan, y una evaluación del impacto que generan, en la vida de las personas con discapacidad visual.

Tecnologías utilizadas en equipos de impresión de código Braille:

- Tecnología mecánica: en impresoras Braille tradicionales, se utilizan pines mecánicos o celdas Braille para crear puntos en papel, permitiendo que los usuarios puedan leer el contenido de forma táctil.
- Tecnología electrónica: usan tecnología electrónica para producir caracteres Braille de manera más rápida y precisa. Estos dispositivos pueden utilizar actuadores eléctricos, para crear puntos en papel o en otros materiales.
- Tecnología en relieve: utilizan técnicas de impresión en relieve para crear caracteres Braille sobre papel normal o materiales especiales, lo que ofrece una mayor versatilidad en la producción de documentos.
- Tecnología de impresión térmica: usan tecnología de impresión térmica para crear puntos en papel, lo que permite una impresión más silenciosa y rápida.
- Tecnología de inyección de tinta: utilizan tecnología de inyección de tinta para crear puntos en papel o en materiales especiales.
- La plataforma Arduino Mega como componente electrónico, ofrece ventajas en términos de flexibilidad, facilidad de programación y accesibilidad para aquellos que deseen aprender y contribuir al desarrollo de tecnología de asistencia.

Ventajas de los equipos de impresión de código Braille:

- El prototipo electrónico de enseñanza Braille, ofrece a las personas con discapacidad visual la posibilidad de aprender el sistema de lectura Braille de manera autónoma. El uso de dispositivos electrónicos, como micro servos, mp3 DfPlayer module, leds de baja luminosidad y un módulo

Bluetooth HC-06, permite a los usuarios recibir retroalimentación táctil, visual, y auditiva para mejorar su aprendizaje.

- Contribuir en igualdad de oportunidades, y mejora la calidad de vida de este grupo de personas fomentando su autonomía en los procesos de lectoescritura, gracias a la retroalimentación táctil, y auditiva proporcionada por los componentes electrónicos.
- La utilización de componentes electrónicos como micro servos, mp3 DfPlayer module y leds de baja luminosidad permite un aprendizaje interactivo y dinámico, lo que, puede aumentar el interés y la motivación de los usuarios.

Desventajas de los equipos de impresión de código Braille:

- Necesidad de adaptación y personalización, según las necesidades y ritmo de aprendizaje de los no videntes en el proceso de lectoescritura de código Braille.
- Elevados costos de implementación, y mantenimiento.
- Dificultad en el uso de dispositivos de impresión Braille.
- Dependencia de un tercero para utilizar el equipo de impresión Braille.

El prototipo electrónico de impresión Braille representa una innovación relevante al proporcionar a las personas con discapacidad visual, la posibilidad de aprender a leer y escribir de manera autónoma, utilizando componentes electrónicos que ofrecen retroalimentación táctil, visual y auditiva. Estas herramientas promueven la inclusión social al brindar igualdad de oportunidades y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual (Pauta et al., 2016). Sin embargo, se identifican desafíos como la variación en los ritmos de aprendizaje de los usuarios, y la necesidad de adaptar el enfoque para usuarios sin discapacidad visual. Es fundamental seguir trabajando en la mejora de estas tecnologías, y en la personalización para satisfacer las necesidades individuales de los usuarios (Hernández et al., 2011).

En el ámbito de la enseñanza de Braille y la impresión Braille, es esencial seguir investigando y desarrollando soluciones tecnológicas que permitan una educación inclusiva y accesible para las personas con discapacidad visual. La combinación de avances tecnológicos con enfoques centrados en

el usuario fomenta una sociedad más inclusiva y equitativa, donde las personas con discapacidad visual puedan acceder a la información y participar plenamente en la vida cotidiana.

Tabla 6. Trabajos propuestos que implementan equipos de impresión de código Braille

N°	Autor	Fines y Objetivos	Técnicas	Resultados	Limitaciones y Trabajo Futuro
1	(Pauta et al., 2016)	Diseño de prototipo electrónico de enseñanza Braille	Programación electrónica con Arduino Mega. Micro servos, mp3 DfPlayer, LEDs y bluetooth. Sensores para recibir entrada y facilitar el aprendizaje del Braille.	Dispositivo para aprendizaje autónomo del Braille mediante estímulos táctiles, auditivos y visuales.	Requiere evaluación en otros contextos, y mejorar la interfaz, considerar IA y expandir a más comunidades con discapacidad visual.
2	(Hernández et al., 2011)	Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes	Electrónica digital para escritura en Braille, con síntesis de voz y módulo GSM para mensajes de texto, en asistencia a personas con discapacidad visual.	Prototipo electrónico de fácil acceso que mejora los tiempos de aprendizaje inicial de la escritura Braille.	Evaluación del prototipo en un contexto más amplio.
3	(Vargas Salas, 2019)	Implementar el lenguaje braille en los pases de abordar.	Utilización de impresoras Heidelberg GTO adaptadas a la impresión de braille en grandes o menores volúmenes	Impresión de pases de abordar en código braille convencional de 5 y 7 puntos.	Elevado costo de impresoras digitales de código Braille.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión sistemática se basó en la elección de artículos relevantes mediante principios de selección y no selección. Los trabajos seleccionados fueron buscados en fuentes como Google Scholar, IEEE Xplore, Scopus y SciELO, aplicando criterios de selección, como palabras clave y resúmenes relacionados. Estas fuentes, se usaron para recopilar una variedad de investigaciones y perspectivas en múltiples idiomas, enriqueciendo el análisis global. Los principios de selección se usaron para elegir artículos que abordaran las preguntas de investigación, mientras que los principios de no selección descartaron aquellos que no cumplían con los criterios definidos. El enfoque aseguró la calidad y la relevancia de los artículos seleccionados, abordando aspectos clave y proporcionando información para las conclusiones.



La pregunta RQ1, plantea una cuestión crucial en el ámbito de la inclusión y accesibilidad digital. El análisis realizado, revela una serie de desafíos interrelacionados que afectan la participación y equidad de las personas con discapacidad visual en la sociedad digital actual. La sociedad del conocimiento presenta desafíos sustanciales para la inclusión digital de personas no videntes. Estos desafíos abarcan aspectos tecnológicos, de acceso, conciencia y exclusión digital. No obstante, a través de la implementación de políticas inclusivas, tecnologías accesibles y programas de sensibilización, es posible superar estos obstáculos, y crear un entorno digital más equitativo y accesible para todos. Un esfuerzo colaborativo y continuo de diversos actores es esencial para lograr una verdadera inclusión digital en la sociedad del conocimiento.

En RQ2, se han descrito diversos estudios, con el propósito de abordar los desafíos, y desarrollar estrategias tecnológicas para mejorar su acceso y participación en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Estos estudios han explorado una variedad de enfoques, tecnologías y metodologías, todas dirigidas a fomentar la inclusión digital, la autonomía y el empoderamiento de este grupo. Las tecnologías que se destacan en estos trabajos, son: (1) adaptación de tecnología de música por computadora para la enseñanza musical, cuya propuesta fue desarrollar un software de enseñanza musical adaptado a personas con discapacidades visuales profundas (Gorbunova et al., 2020); (2) uso de sensores ultrasónicos, y tecnología GPS para diseñar un bastón blanco inteligente (Trujillo Mora et al., 2021); (3) uso de tecnología RFID y detección de desplazamiento para proporcionar alertas en tiempo real a estudiantes con discapacidad visual en un entorno universitario (Cruz-Felipe et al., 2018); (4) implementación de medios informativos de audio y geolocalización satelital para guiar a personas con discapacidad visual en el sistema de transporte masivo (Camargo et al., 2017b); (5) uso de dispositivos de guía portátiles para evaluar la utilidad de la tiflotecnología en la educación inclusiva total (Palomino, 2013); (6) técnicas de digitalización fotogramétrica permitieron la recreación virtual de obras de arte accesibles a personas con discapacidad visual (Roque-Martins & Crespillo-Marí, 2023); (6) diseño de una aplicación móvil con procesos de movilización autónoma y emisión de alertas mejoró la movilidad y seguridad de personas con discapacidad visual (Tristán et al., 2016b); (7) diseño de un sistema de detección de obstáculos utilizando sensores ultrasónicos, y una aplicación Android (Bermeo et al., 2018); y (8) uso de tecnologías inteligentes para desarrollar un asistente de viaje digital (Juaristy,



2016). Estos enfoques van desde el desarrollo de tecnologías específicas hasta la adaptación de metodologías existentes para satisfacer las necesidades únicas de este grupo. Las soluciones tecnológicas y las estrategias educativas presentadas en estos estudios contribuyen a un mayor nivel de inclusión, autonomía y participación en la sociedad digital.

Para contestar RQ3, fue necesario explorar los avances tecnológicos que han surgido para mejorar la inclusión y la participación de personas no videntes. Los estudios e investigaciones seleccionadas muestran el uso de diversas herramientas de hardware y software diseñadas específicamente para abordar las necesidades de las personas con discapacidad visual. Los hallazgos más relevantes en este campo fueron: (1) tecnologías específicas y evaluación cuantitativa (Brulé et al., 2020); (2) iniciativas de tecnologías de asistencia (Castaneda et al., 2021) que implementan hardware y software especializado para crear soluciones innovadoras; (3) accesibilidad de recursos educativos digitales (Moreno et al., 2018) que presenta un software de lectura de pantalla con tecnologías adaptadas para no videntes; (4) brecha digital en personas con discapacidad visual (Bermúdez, Sevilla, et al., 2014) describe el uso de aplicaciones informáticas, plataformas en línea, y software que facilitan la participación de no videntes en la sociedad digital. En general, estos trabajos identifican y evalúan una variedad de herramientas de hardware y software, diseñadas para promover el desarrollo socio-tecnológico de personas con discapacidad visual. Estas herramientas abarcan desde tecnologías de asistencia para la movilidad hasta soluciones de accesibilidad en la educación, y la inclusión social. La investigación en este campo demuestra cómo la innovación tecnológica puede tener un impacto significativo en la vida cotidiana, y la participación de las personas no videntes en la sociedad actual.

Por último, en RQ4 se exploran las tecnologías utilizadas en el diseño de impresoras Braille. Estos equipos son fundamentales para fomentar la lectoescritura en personas no videntes. La característica principal es el uso del código Braille mediante el sentido del tacto de los no videntes para acceder a documentos escritos. La tecnología que resalta en este campo es el uso de pines mecánicos para crear puntos táctiles en papel. También, las técnicas de impresión en relieve para crear caracteres Braille en papel o materiales especiales; y, la impresión térmica o inyección de tinta; además de, integrar el uso de actuadores eléctricos que generan caracteres Braille con mayor rapidez y precisión. Es importante destacar que la tecnología de enseñanza Braille es un avance valioso para fomentar la autonomía y el



aprendizaje en personas no videntes (Sandoval Bringas et al., 2019). No obstante, se necesita adaptar a las necesidades individuales, y considerar la diversidad y ritmo de aprendizaje de los usuarios. Por ello, es necesario continuar investigando y desarrollando soluciones tecnológicas inclusivas para promover la igualdad y la participación.

CONCLUSIONES

Esta revisión aporta significativamente en el análisis bibliométrico de la inclusión digital de personas con discapacidad visual, al identificar tendencias claves de investigación, y al promover la colaboración tanto en la comunidad científica como entre los actores involucrados. En este contexto, la integración de investigaciones previas refuerza los resultados obtenidos, enriqueciendo la comprensión global de la inclusión digital. Esta revisión metodológica, establece una base sólida y rigurosa para el análisis bibliométrico llevado a cabo en esta investigación. El enfoque sistemático de discriminación de artículos, basado en principios de selección y no selección, asegura la calidad y relevancia de los trabajos seleccionados, fortaleciendo así los resultados y las conclusiones obtenidas. Las preguntas de investigación planteadas (RQ1, RQ2, RQ3, RQ4) delimitaron el estudio, ayudando a identificar los aspectos claves que se evaluaron en esta revisión. Las palabras claves utilizadas en las búsquedas facilitaron, el enfoque y la selección de la relevancia de los artículos. Las fuentes de datos empleadas, como Google Scholar, Scopus y SciELO, permitieron abarcar diversas investigaciones y perspectivas en varios idiomas.

La inclusión digital de personas con discapacidad visual en la sociedad del conocimiento enfrenta desafíos importantes, como barreras tecnológicas, limitaciones en el acceso a contenidos digitales y falta de conciencia. Por ello, superar estos obstáculos requiere la implementación de enfoques inclusivos, que promuevan la accesibilidad y la sensibilización en la sociedad; por lo que, la colaboración entre diversos actores es esencial para asegurar la igualdad de oportunidades, y la plena participación en la inclusión digital. En este contexto, se han propuesto diversos estudios que han explorado enfoques y tecnologías, que incluyen el uso de herramientas de hardware y de software, tales como, tecnología de música por computadora, sensores ultrasónicos, GPS, RFID, evaluación automática y manual, dispositivos de guía portátiles, digitalización fotogramétrica, aplicaciones móviles y tecnologías inteligentes contemporáneas. Estas tecnologías han demostrado su eficacia para mejorar la accesibilidad, movilidad,

seguridad y participación en educación y sociedad digital, contribuyendo a una mayor inclusión y calidad de vida para personas no videntes.

Esta revisión sistemática de literatura se centra en analizar el diseño e implementación de herramientas de hardware y de software con enfoque en la usabilidad y la accesibilidad, destinadas a promover el desarrollo socio-tecnológico de personas no videntes. Los estudios seleccionados ofrecen una visión general de las tecnologías específicas que han mejorado la inclusión digital para este grupo de personas. Las investigaciones seleccionadas, han explorado diversas iniciativas, y enfoques para facilitar el desarrollo de las actividades cotidianas, y la participación de personas con discapacidad visual en la sociedad. Además, se aborda el papel de las tecnologías digitales en la inclusión social y educativa de este grupo, identificando áreas de mejora y desarrollo futuro.

Por último, los avances en tecnologías de impresión Braille han mejorado significativamente la accesibilidad a documentos, así como el desarrollo y mejoramiento de las habilidades de lecto-escritura para personas con discapacidad visual. Las impresoras Braille, con diferentes tecnologías permiten una lectura de documentos a través del sentido del tacto. Los dispositivos electrónicos de enseñanza Braille ofrecen autonomía en el aprendizaje con retroalimentación táctil, visual y auditiva. Por ello, es necesario continuar desarrollando y promoviendo el uso de tecnologías adaptativas, e inclusivas que fomenten la accesibilidad y equidad de las personas con discapacidad visual; así como, impulsar la colaboración entre expertos en tecnología, profesionales de la salud, y personas con discapacidad visual, para crear soluciones más holísticas, y adaptadas a las necesidades reales de este grupo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, J. D., & Mosquera, V. H. (2016). Sistema de detección de obstáculos para invidentes. *Visión Electrónica*, 10(1), 96–101.
- Bermeo, A., Bravo, M., Punin, C., Ordoñez, E., & Huerta, M. (2018). Obstacle detection system to improve mobility of people with visual impairment. *2018 IEEE ANDESCON*, 1–5.
- Bermúdez, M. O. E., María del Sol Fortea Sevilla, & José Juan Castro Sánchez. (2014). La brecha digital en las personas con discapacidad visual. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 489–498.



- Bermúdez, M. O. E., Sevilla, M. del S. F., & Sánchez, J. J. C. (2014). La brecha digital en las personas con discapacidad visual. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 489–498.
- Brulé, E., Tomlinson, B. J., Metatla, O., Jouffrais, C., & Serrano, M. (2020). Review of quantitative empirical evaluations of technology for people with visual impairments. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14.
- Camargo, J., González, L., Segura, D., Garay, F., & Rincón, N. (2017a). Orientación de pasajeros con discapacidad visual dentro del sistema de transporte masivo Transmilenio, mediante geolocalización satelital. *Ingeniería*, 22(2), 283–297.
- Camargo, J., González, L., Segura, D., Garay, F., & Rincón, N. (2017b). Orientación de pasajeros con discapacidad visual dentro del sistema de transporte masivo Transmilenio, mediante geolocalización satelital. *Ingeniería*, 22(2), 283–297.
- Castaneda, J. A. C., Raavi, R. K., Martínez, C. P. V. M. A., Adajar, R. K., Tashiro, J. S., & Hung, P. C. (2021). Assistive Technology for Visually Impairment: Three Research Initiatives. *4th International Conference on Inclusive Technology and Education (CONTIE)*, 7–11.
- Cruz-Felipe, M. del R., Pinargote-Ortega, J. M., Demera-Ureta, G. P., Vera-Zambrano, E. M., & Mosquera-Alcívar, R. A. (2018). Sistema de alerta para estudiantes con discapacidad visual en la UTM. *Revista Científica*, 31, 85–95.
- Doménech Riera, X. (2010). Historia de la Tiflotecnología en España. *No Solo Usabilidad*, 9.
- Escudero, J. C. S. (2011). Discapacidad visual y ceguera en el adulto: revisión de tema. *Medicina UPB*, 30(2), 170–180.
- Galperín, H. (2017). *Sociedad digital: brechas y retos para la inclusión digital en América Latina y el Caribe*.
- Gorbunova, I. B., Zakharov, V. V., & Yasinskaya, O. L. (2020). Desarrollo de software aplicado para enseñar música a personas con profundidades visuales profundas basadas en tecnologías de computadoras musicales. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(3), 77–82.



- Hernández, C., Pedraza, L. F., & López, D. (2011). Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes. *Revista de Salud Pública*, 13(5), 865–873.
- Juaristy, M. Antonela. (2016). *Turismo y accesibilidad de personas con discapacidad visual en la ciudad de La Plata*. Universidad Nacional de La Plata.
- Kelly, S. M., & Smith, D. W. (2011). The impact of assistive technology on the educational performance of students with visual impairments: A synthesis of the research. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 105(2), 73–83.
- Manzoor, M., & Vimarlund, V. (2018). Digital technologies for social inclusion of individuals with disabilities. *Health and Technology*, 8, 377–390.
- Moreno, A. L. O., Morales, V. T., & Méndez, N. D. D. (2018). Evaluación de accesibilidad de recursos educativos digitales: identificando barreras para usuarios con discapacidad visual total. *Revista Observatório*, 4(3), 105–130.
- Palomino, M. del C. P. (2013). Tiflotecnología e inclusión educativa: Evaluación de sus posibilidades didácticas para el alumnado con discapacidad visual. *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)*, 9.
- Pauta, J. A. A., Vélez, E. P., & Serpa-Andrade, L. (2016). Braille teaching electronic prototype. 2016 *IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing (ROPEC)*, 1–7.
- Pérez Ibarra, M., Pérez Otero, N., Tarifa, H., Bossolasco, M. L., Quispe, G., & Mejías, M. (2014). Entornos virtuales de aprendizaje para personas con discapacidad visual. In *XVI Workshop de Investigadores En Ciencias de La Computación*.
- Roque-Martins, P., & Crespillo-Marí, L. (2023). O Grupo do Leão, Uma nova Visualidade de Acesso: uma proposta metodológica em torno ao uso da realidade virtual em pessoas com deficiência visual. *Arte, Individuo y Sociedad*, 35(1).
- Sánchez García, J. (2017). *Tiflotecnología*.
- Sandoval Bringas, J. A., Carreño León, M. A., & Álvarez Rodríguez, F. J. (2019). *Diseño y construcción de una herramienta de tecnología inclusiva para el apoyo a la enseñanza del*

lenguaje braille en niños con discapacidad visual (Vol. 16). Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación A.C.

Tristán, G. de, Arcia, A., Montes Franceschi, H., & Pérez, R. (2016a). *Aplicación móvil para el monitoreo de personas con discapacidad visual*.

Tristán, G. de, Arcia, A., Montes Franceschi, H., & Pérez, R. (2016b). *Aplicación móvil para el monitoreo de personas con discapacidad visual*.

Trujillo Mora, V., González Jaimes, E. I., López Chau, A., & Bautista López, J. (2021). Análisis de la utilidad del Bastón Blanco Inteligente UAEM para personas con discapacidad visual. *RIDE. Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 11(22).

Vargas Salas, A. Patricia. (2019). *Tickets con lenguaje braille*.

Zapata, C. B., Arraíza, P. M., da Silva, E. F., & das Chagas Soares, E. (2017). *Desafíos de la Inclusión Digital: antecedentes, problemáticas y medición de la Brecha Digital de Género Challenges on Digital Inclusion: Background, questions, and measurement of the Gender*.

