

Tecnologías asistivas emergentes para la autonomía de personas con discapacidad visual: una revisión sistemática

Emerging assistive technologies for the autonomy of people with visual impairments: a systematic review

Freddy Javier Sánchez González

fjsanchezgonzalez95@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-4090-3738>

Centro de Investigación y Desarrollo, Mora,
Ecuador

Recibido 18 de junio 2024 / Arbitrado 28 de agosto 2024 / Aceptado el 21 de diciembre 2024 / Publicado 03 de enero 2025

RESUMEN

Las nuevas tecnologías han asistido en el logro de una mayor autonomía de las personas no videntes. El objetivo de este estudio fue identificar tecnologías de asistencia emergentes que han sido desarrolladas para mejorar la autonomía de las personas con discapacidad visual. Para ello se realizó una revisión sistemática basada en el método PRISMA, donde se analizaron 20 estudios publicados a partir del 2020. Los hallazgos identificaron una amplia variedad de propuestas desarrolladas principalmente en el año 2024, lo que indica un creciente interés en este campo. Las tecnologías implementadas demostraron altos niveles de efectividad y precisión en diversas áreas como movilidad, educación y reconocimiento de objetos. Incluyen algoritmos avanzados, aplicaciones móviles y dispositivos innovadores como gafas de ecolocalización y zapatos con GPS. Se concluye que, es fundamental que se continúe con el diseño de soluciones tecnológicas con este fin, y que estén accesibles para todos los no videntes.

Palabras clave: Accesibilidad; Autonomía; Discapacidad visual; Inteligencia artificial; Tecnologías asistivas.

ABSTRACT

New technologies have assisted in achieving greater autonomy for blind people. The aim of this study was to identify emerging assistive technologies that have been developed to improve the autonomy of people with visual impairments. To this end, a systematic review based on the PRISMA method was carried out, where 20 studies published since 2020 were analyzed. The findings identified a wide variety of proposals developed mainly in 2024, indicating a growing interest in this field. The implemented technologies demonstrated high levels of effectiveness and accuracy in various areas such as mobility, education and object recognition. They include advanced algorithms, mobile applications and innovative devices such as echolocation glasses and GPS shoes. It is concluded that it is essential to continue designing technological solutions for this purpose, and that they are accessible to all blind people.

Keywords: Accessibility; Autonomy; Visual impairment; Artificial intelligence; Assistive technologies.

INTRODUCCION

Las personas con discapacidad visual enfrentan múltiples desafíos en su vida cotidiana, como la identificación de objetos, la lectura de texto impreso, el reconocimiento de rostros y la navegación en entornos desconocidos (Vélez y Guaña, 2024). Estas barreras limitan su autonomía e inclusión en actividades educativas, laborales y sociales. En respuesta a estas necesidades, diversas áreas de la ciencia han centrado su atención en desarrollar tecnologías asistivas que permitan a este grupo realizar actividades cotidianas de manera más independiente y plena (Sandoval et al., 2023).

En este sentido, plantea Chicalski et al. (2024) que como respuesta a estas necesidades de las personas con discapacidad visual, han surgido diversos dispositivos, herramientas y sistemas diseñados para facilitar actividades que podrían resultar difíciles o imposibles sin asistencia. Según Manirajee et al. (2024), estas propuestas tecnológicas están en constante evolución y tienen el potencial de transformar de forma radical la vida cotidiana de los usuarios, al ofrecer nuevas formas de interacción y acceso al entorno, lo que contribuye a mejorar su calidad de vida.

Esto se debe a que como refieren Salinas et al. (2024), la implementación de tecnologías emergentes, tales como algoritmos avanzados, aplicaciones móviles y dispositivos innovadores, permite a las personas con discapacidad visual realizar tareas diarias con mayor autonomía y confianza. Además, estas tecnologías fomentan la inclusión social y abren nuevas oportunidades en áreas como la educación y el empleo.

A estas tecnologías diseñadas para personas con discapacidad visual son conocidas como tiflotecnología. Según Herrera et al. (2023), este término se refiere al conjunto de técnicas, conocimientos y recursos destinados a proporcionar a las personas no videntes los medios necesarios para utilizar la tecnología de manera efectiva. Ejemplos de estas herramientas incluyen lectores de pantalla, magnificadores de pantalla, sistemas de reconocimiento de voz y dispositivos hápticos, que permiten a los usuarios interactuar con su entorno y acceder a información de manera más autónoma.

Dadas las potencialidades que tienen las tecnologías basadas en la tiflotecnología, surgen las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las tecnologías de asistencia emergentes más efectivas para mejorar la autonomía de las personas con discapacidad visual? ¿Qué características tienen estas tecnologías que les permiten facilitar la vida diaria de los usuarios? ¿Qué áreas de la vida cotidiana (movilidad, educación, interacción social) se benefician más de estas tecnologías?

Para abordar estas cuestiones, es fundamental revisar las tecnologías documentadas que están disponibles sobre el tema. Esta revisión contribuirá a comprender el estado actual de estas innovaciones y proporcionará información valiosa para investigadores, desarrolladores y responsables de políticas en su esfuerzo por promover la inclusión y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. Este análisis es significativo, debido a que permitirá canalizar las tecnologías existentes, así como evaluar su efectividad y accesibilidad. Además, se podrán identificar tendencias actuales y futuras en este campo, lo que servirá como base para investigaciones y desarrollos tecnológicos que respondan a las necesidades específicas de las personas con discapacidad visual.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo identificar tecnologías de asistencia emergentes que han sido desarrolladas para mejorar la autonomía de las personas con discapacidad visual.

METODOLOGÍA

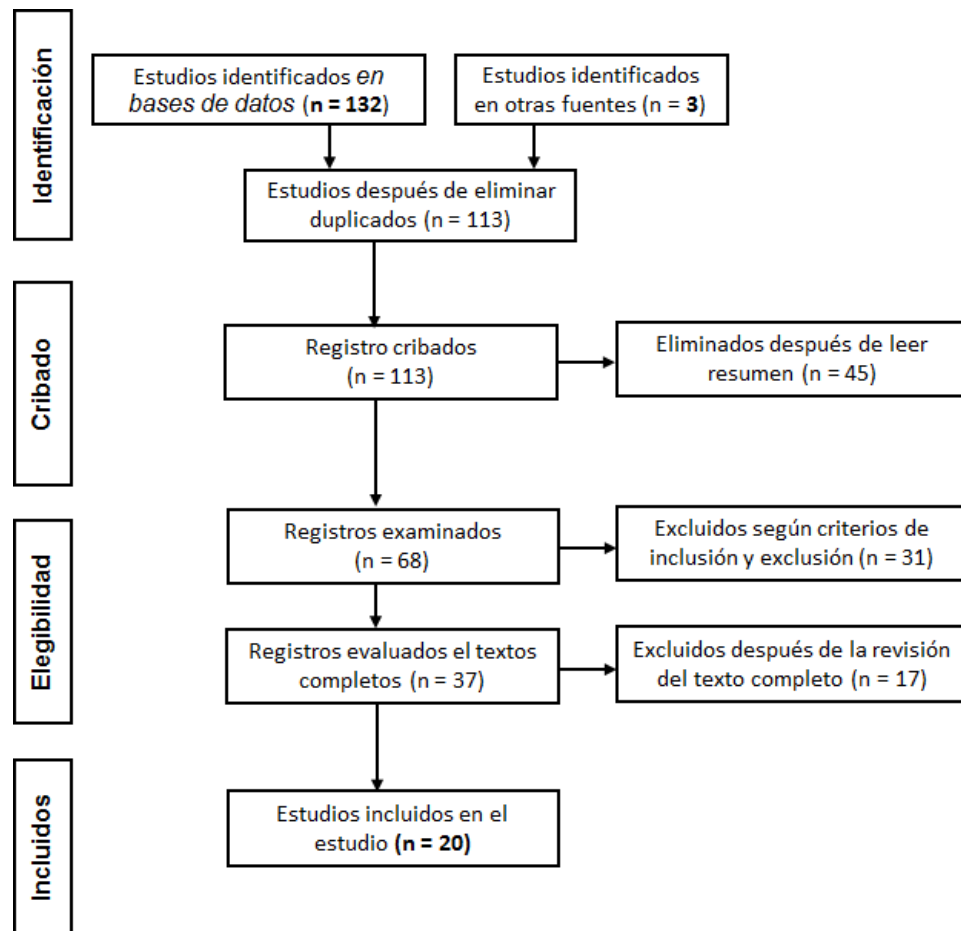
El estudio adoptó un enfoque cualitativo mediante una revisión sistemática de la literatura sobre tecnologías asistivas emergentes que contribuyen a la autonomía de las personas con discapacidad visual. Para ello, se integraron y analizaron diversos estudios cuantitativos relacionados con este tema. La búsqueda de las tecnologías emergentes se realizó a través de bases de datos académicas como ScienceDirect, Google Scholar, Redalyc y Dialnet. Estas plataformas facilitaron el acceso a estudios que están en constante evolución con alcance global, lo que permitió recuperar trabajos actualizados, de alta calidad y provenientes de diversas regiones.

En la selección de las investigaciones, se aplicaron filtros para restringir los resultados a los años 2020 a 2024 y se formularon ecuaciones con el empleo de operadores lógicos como "Y", "AND", "O", "OR" y "NOT", basadas en las palabras clave "tecnologías asistivas", "discapacidad visual" y "autonomía", así como sus equivalentes en inglés y portugués. No se impusieron restricciones geográficas con el fin de incluir la mayor cantidad posible de estudios relevantes sobre el tema.

Se definieron los siguientes criterios para la inclusión de estudios en la revisión: los trabajos debían presentar alguna propuesta tecnológica que favoreciera la autonomía de las personas con discapacidad visual, ser artículos científicos publicados en revistas arbitradas o ponencias en congresos, estar disponibles en español, inglés o portugués, haber sido publicados a partir del año 2020 y estar dirigidos a personas con discapacidad visual como usuarios finales. En cambio, se excluyeron aquellas investigaciones que no cumplieran con estos criterios, así como las revisiones sistemáticas y los artículos duplicados.

Los documentos fueron organizados y registrados de acuerdo con la guía actualizada PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), que abarca las etapas de identificación, selección, elegibilidad e inclusión. La figura 1 muestra el flujo de información durante este proceso de selección, lo que comenzó con la identificación inicial de 135 registros y culminó con la inclusión final de 20 estudios.

Figura 1. Flujo PRISMA para la revisión sistemática de la literatura.



Una vez que se seleccionaron los estudios, se realizó un análisis minucioso de sus resúmenes y contenidos. Para ello, se tuvo en cuenta elementos significativos como los autores, el año de publicación, el país de origen y la tecnología utilizada para promover la autonomía de las personas con discapacidad visual. A continuación, se llevó a cabo una lectura detallada de cada uno de los trabajos.

RESULTADOS

La revisión sistemática sobre tecnologías asistivas emergentes para personas con discapacidad visual identificó una amplia gama de herramientas y dispositivos diseñados para mejorar de manera significativa la autonomía, el acceso a la información y la calidad de vida de los usuarios. En total, se analizaron 20 investigaciones que presentan propuestas tecnológicas en este ámbito. Según su año de publicación, 10 artículos correspondieron al 2024, 4 al 2023, 1 al 2022, 3 al 2021 y 2 al 2020. Esta distribución temporal evidencia que el tema es dinámico y de gran interés dentro de la comunidad científica. La mayor concentración de publicaciones en el último año refleja un creciente enfoque y relevancia del tema en la actualidad.

Los estudios se realizaron en diversos países, donde se destacó México como el que mayor representación tuvo con seis investigaciones, seguido por Ecuador con tres, y Colombia y Brasil, cada uno con dos. Además, se identificó un estudio en Argentina, Estados Unidos, Cuba, Italia, Bangladesh, Panamá e India. Esta variedad geográfica refleja el compromiso de diferentes

regiones en abordar las necesidades de esta población y resalta la relevancia internacional del tema. La representación de países de América Latina, Asia y Europa indica que el desarrollo de estas tecnologías no está limitado a una región específica, sino que responde a una demanda global por soluciones que promuevan la autonomía y la inclusión social de las personas con discapacidad visual.

Las tecnologías propuestas en los estudios revisados abarcan diversos ámbitos, destacándose especialmente aquellas que facilitan la movilidad de las personas con discapacidad visual (Chicalski et al., 2024; Espinoza et al., 2024; Martínez, 2024; Salinas et al., 2024; Velázquez et al., 2023; Altamirano et al., 2023; Trujillo et al., 2021; Lo Valvo et al., 2021). Asimismo, algunas propuestas se relacionan con la esfera educativa, como la gestión de inasistencias (Francisca et al., 2024), el diseño de materiales educativos sobre el período gestacional (Ferreira et al., 2024) y la enseñanza del sistema Braille (Sandoval et al., 2023). Además, se presentaron tecnologías para el reconocimiento de objetos en la cocina (Dang et al., 2024), así como para identificar billetes, tarjetas bancarias y otros objetos (Salas, 2023). También se exploraron aplicaciones en la educación musical (Reina y Gaitán, 2024) y una guía multimedia destinada a facilitar el acceso al patrimonio arquitectónico (Slavin, 2024). Esta diversidad de enfoques resalta el potencial de las tecnologías asistivas para abordar múltiples aspectos de la vida diaria de las personas con discapacidad visual.

Los estudios analizados presentan una amplia variedad de enfoques tecnológicos diseñados para mejorar la autonomía de las personas con discapacidad visual. Entre ellos se incluye el uso del algoritmo YOLO (Martínez, 2024), que emplea redes neuronales y visión artificial para el reconocimiento de objetos; una guía multimedia accesible con maqueta háptica (Slavin, 2024) enfocada en el acceso al patrimonio arquitectónico; y aplicaciones web como MetroSonus (Reina y Gaitán, 2024), que apoya la formación musical para personas con discapacidad visual. También destacan diversas aplicaciones móviles, como JustiApp (Francisca et al., 2024), aSISTA (Salas, 2023), una herramienta para aprender signos braille (Sandoval et al., 2023), y otras enfocadas en la gestión personal o el reconocimiento de objetos (Crespin y Hallo, 2022; Vejarano et al., 2020; Dang et al., 2024).

Además, se incluyen propuestas como un prototipo de robot para navegación autónoma (Chicalski et al., 2024), gafas de ecolocalización (Romero et al., 2024), un zapato con GPS para movilidad urbana (Velázquez et al., 2023) y el bastón blanco inteligente UAEM con sensores ultrasónicos y GPS (Trujillo et al., 2021). Asimismo, se destacan materiales educativos accesibles en formato PDF para DOSVOX (Ferreira et al., 2024) y dispositivos físicos avanzados que combinan visión artificial, sensores ultrasónicos y algoritmos de aprendizaje profundo para el reconocimiento de objetos y obstáculos (Salinas et al., 2024; Espinoza et al., 2024; Altamirano et al., 2023; Lo Valvo et al., 2021; Saha et al., 2021; Joshi et al., 2020). Estas tecnologías reflejan un enfoque integral hacia la inclusión y accesibilidad.

En la Tabla 1 se han sintetizado los estudios incluidos en la revisión sistemática, presentándose información clave que facilita la comprensión de la intención con la que fue diseñada cada propuesta tecnológica. Para cada estudio, se detallan los autores, el año de publicación, el país de origen, la tecnología implementada y la función que desempeña para

contribuir a la autonomía de las personas con discapacidad visual. Además, se incluyen las características y consideraciones principales relacionadas con su desarrollo.

Tabla 1. Síntesis de las tecnologías asistivas emergentes implementadas para contribuir a la autonomía de las personas con discapacidad visual

No.	Autor (año) / País	Tecnología propuesta / Función que realiza	Características y consideraciones principales
1	Martínez (2024) / México	Algoritmo YOLO / Implementa redes neuronales a través de algoritmos de visión artificial para construir un sistema que permita el reconocimiento de objetos y facilite la movilidad.	El algoritmo YOLO demostró una efectividad del 94,29 % en la detección de objetos a través de una cámara web, además es capaz de identificar múltiples objetos de manera simultánea. Esta tecnología puede implementarse en sistemas móviles para facilitar la movilidad de usuarios con discapacidad visual.
2	Slavin (2024) / Argentina	Guía multimedia accesible y maqueta háptica / Sistema para el acceso al patrimonio arquitectónico en el Centro Cultural Victoria Ocampo de Mar del Plata.	Realiza aportes sobre las dimensiones sensoriales y comunicacional e intelectual para la autonomía de las personas en su vinculación con el patrimonio construido.
3	Salinas et al. (2024) / Ecuador	Dispositivo de asistencia / Permite a las personas con discapacidad visual moverse de manera autónoma y segura dentro de un campus universitario.	El dispositivo integra tecnologías de detección de objetos y lectura de letreros en el campus de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ofrece una experiencia de orientación fluida y confiable. Utiliza sensores avanzados como LIDAR y cámaras de alta resolución, junto con algoritmos de procesamiento de imágenes, para identificar y localizar objetos en el entorno del usuario.
4	Espinoza et al. (2024) / Ecuador	Sistema de reconocimiento de objetos en tiempo real basado en Machine Learning / Se diseñó para proporcionar asistencia a las personas con discapacidad visual en su vida cotidiana, en lo que integra un sintetizador de voz que proporciona anuncios auditivos a los elementos detectados.	Los resultados mostraron una evaluación positiva, en el que es capaz de detectar y clasificar objetos en tiempo real con niveles de precisión razonables. Además, los costos asociados indican que su implementación es viable. Las características de portabilidad y la estabilidad en la alimentación mediante baterías refuerzan su efectividad en el uso práctico.

5 Reina y Gaitán (2024) / Colombia	Aplicación web / MetroSonus / Permite la formación y dirección de músicos con discapacidad visual.	Esta herramienta pedagógica transmite el pulso del director de orquesta a dispositivos móviles conectados en red, con el objetivo de apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje y la interpretación musical. Al utilizarla, el músico puede experimentar el pulso a través de estímulos hápticos, sonoros y visuales.
6 Francisca et al. (2024) / México	Aplicación móvil JustiApp / Permite la gestión de inasistencias de las personas con discapacidad visual en la Universidad Politécnica de Tulancingo.	Al activar un modo especial para personas con discapacidad visual en la aplicación móvil JustiApp, un asistente de voz guía al usuario a través de la interfaz. Una encuesta realizada a 80 alumnos reveló un alto nivel de satisfacción con el rendimiento de la aplicación. Esta propuesta tecnológica inclusiva mejora la accesibilidad y promueve la equidad en el acceso a recursos educativos.
7 Chicalski et al. (2024) / Brasil	Prototipo de robot / Garantiza la autonomía de las personas con discapacidad visual al dirigir a su usuario al punto deseado dentro de un establecimiento determinado.	La propuesta tecnológica utiliza recursos de procesamiento de imágenes y visión artificial. Emplea el ordenador de a bordo Orange Pi 3 LTS y, principalmente, la biblioteca OpenCV para el reconocimiento de un camino marcado por una línea negra, proporcionando la información necesaria para facilitar el movimiento. La comunicación entre el usuario y la máquina se realiza a través de botones con descripciones en Braille y mediante audio.

8	Ferreira et al. (2024) / Brasil	Material educativo en formato PDF, para su acceso mediante la herramienta DOSVOX (sistema para la edición de textos con impresión común y/o en Braille, lectura y escucha de textos transcritos) / Favorece la accesibilidad y autonomía de las mujeres con discapacidad visual al orientarlas sobre el período gestacional, parto y puerperio.	Ofrece orientación a las mujeres con discapacidad visual en el ámbito del control prenatal sobre: (1) atención de enfermería durante el embarazo; (2) advertencias de riesgo en el embarazo; (3) señales y síntomas que indican riesgo; (4) tipos de parto; (5) lactancia materna; y (6) cuidado del recién nacido.
9	Dang et al. (2024) / EE.UU.	Herramienta de detección de objetos en la cocina / Mejorar la independencia en la cocina de las personas con discapacidad visual al detectar objetos basada en aprendizaje profundo a través de comandos de voz y recibir orientación auditiva.	Se trata de una solución avanzada diseñada específicamente para la cocina, que utiliza el aprendizaje profundo para mejorar la precisión en la detección y proporcionar orientación interactiva en tiempo real mediante tecnologías de voz. El componente central de este sistema se basa en la implementación de MobileNet SSD dentro del marco TensorFlow Lite, optimizado para un rendimiento eficiente en dispositivos móviles.
10	Romero et al. (2024) / Colombia	Gafas de ecolocalización / Mejora la orientación espacial y emite alertas tempranas sobre los obstáculos.	Utiliza el sensor ultrasónico JSN-SR0T para detectar obstáculos con precisión en un rango de 2 cm a 6 metros, lo que reduce de manera significativa las colisiones. Además, cuenta con actuadores vibratorios que alertan a los usuarios sobre la cercanía de los obstáculos. Es compatible con el microcontrolador ESP32, que gestiona las señales de los pines y realiza cálculos precisos de distancia. El dispositivo también es resistente al agua. En pruebas preliminares, ha demostrado ofrecer ventajas significativas en términos de percepción espacial y navegación.

11 Velázquez et al. (2023)/ México	Zapato con GPS / Asiste en la movilidad de personas con discapacidad visual en entornos urbanos.	Esta propuesta tecnológica utiliza las capacidades de la computación ubicua de los teléfonos inteligentes con GPS para posicionar y guiar a los usuarios en espacios públicos. Las instrucciones de navegación se codifican en patrones de vibración que se transmiten al usuario a través de una interfaz táctil instalada en el zapato. Se ha demostrado que el dispositivo puede aumentar la autonomía de los usuarios, convirtiéndose en una herramienta útil y fácil de usar.
12 Salas (2023) / Cuba	Aplicación móvil aSISTA/ Permite a las personas con discapacidades visuales reconocer billetes, tarjetas bancarias, objetos, el entorno, colores y niveles de iluminación. Esto les permite ganar en independencia y mejora su inserción social.	La interacción con la aplicación se lleva a cabo a través de toques y deslizamientos, y la retroalimentación se proporciona mediante voz sintetizada, sonidos o respuestas táctiles. Utiliza técnicas de procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, estadísticas e inteligencia artificial basadas en redes neuronales.
13 Sandoval et al. (2023) / México	Aplicación móvil para aprender signos braille / Resulta un incentivo para las personas con discapacidades visuales en el aprendizaje del braille.	Incorpore elementos de gamificación para elevar la motivación de los niños. Los resultados preliminares obtenidos se consideran favorables.
14 Altamirano et al. (2023) / México	Dispositivo físico que se basa en la utilización de un lector de pantalla, aplicación móvil, tarjeta electrónica (diseñada, impresa y configurada de manera integral) / Emplea visión artificial en la detección y reconocimiento de objetos a media distancia y previene (mediante un tono audible) al usuario.	El dispositivo tiene la capacidad de detectar obstáculos localizados al frente y emitir un sonido para que el usuario se percate de ello y a tiempo pueda evitarlo. Además, mediante una cámara instalada en el dispositivo captura imágenes que pasan por un algoritmo de reconocimiento de patrones a través de Inteligencia Artificial y realiza descripciones auditivas de su entorno (nombrando los objetos reconocidos). Usa un navegador (GPS) con mapas interactivos que indican el recorrido (tiempo real) que debe realizar la persona de un punto a otro.

15 Crespín y Hallo (2022) / Ecuador	Aplicación móvil para manejar una agenda personal / Permite agregar contactos, listar eventos agendados, programar recordatorios personalizados y notificar eventos a los contactos.	La aplicación móvil fue creada con el uso del lenguaje de programación Kotlin. Se diseñó para cumplir con las pautas de accesibilidad, que incluyen texto alternativo, adaptabilidad, distinción, navegación y asistencia en la entrada de datos.
16 Trujillo et al. (2021) / México	Bastón Blanco Inteligente UAEM con sensores ultrasónicos (disparadores de alarmas y vibraciones) y sistema GPS / Amplia a los usuarios con discapacidad visual la movilidad de forma segura.	Se trata de un prototipo diseñado para facilitar la movilidad segura y autónoma, lo que mejora de forma significativa la calidad de vida del usuario. El dispositivo es ligero y plegable, fabricado con materiales resistentes. Además, incorpora elementos sonoros y vibratorios que simulan un mapa físico a un costo accesible. Como resultado, se ha observado una clara asociación entre las vibraciones, los sonidos y los diferentes mensajes emitidos relacionados con obstáculos.
17 Lo Valvo et al. (2021) / Italia	ARIANNA+ para la localización y navegación en interiores y exteriores / Apoya la movilidad autónoma de personas con discapacidad visual, al identificar rutas virtuales predefinidas y proporcionar información sobre el contexto.	ARIANNA+ elimina la necesidad de soportes físicos al utilizar la biblioteca ARKit para crear una ruta completamente virtual. Este sistema es capaz de reconocer objetos y edificios, lo que permite el acceso a contenidos relacionados a través de redes neuronales convolucionales entrenadas. Al emplear un teléfono inteligente común como medio de interacción con el entorno, ARIANNA+ integra la realidad aumentada y el aprendizaje automático para mejorar la accesibilidad física.

18	Saha et al. (2021) / Bangladesh	Dispositivo portátil / Permite el reconocimiento de objetos.	El dispositivo utiliza un modelo preentrenado para clasificar objetos comunes, que van desde artículos del hogar hasta componentes de automóviles. Permite al usuario buscar un tema de interés mediante comandos de voz. Está equipado con sensores ultrasónicos fijos en tres posiciones para detectar obstáculos durante la navegación. Además, cuenta con una pantalla auxiliar que facilita la comunicación con personas sordas, y un módulo GPS y GSM que permite rastrear al usuario. Todas estas funciones se controlan a través de comandos de voz transmitidos por el micrófono de cualquier auricular.
19	Vejarano et al. (2020) / Panamá	Identificador de objetos a partir de código QR y el código de Barra (Eye QR) / Facilita el reconocimiento de objetos	La aplicación puede escanear códigos QR o de barras de forma rápida y transmite la información a través de audio de manera efectiva. Además, su interfaz es intuitiva para personas con discapacidad visual.
20	Joshi et al. (2020) / India	Tecnología de reconocimiento de diferentes objetos / Basada en inteligencia artificial reconoce diferentes objetos y proporcionan entradas auditivas al usuario en tiempo real.	Se entrena un modelo de aprendizaje profundo para lo cual se utilizan múltiples imágenes de objetos, que se amplían y anotan de manera manual para fortalecer el modelo. Además de las técnicas de visión artificial para el reconocimiento de objetos, se incorpora un sensor de medición de distancia para mejorar la capacidad del dispositivo al identificar obstáculos durante la navegación. La información se transmite auditivamente al usuario. La precisión promedio de este enfoque es del 95,19 % para la detección y del 99,69 % para el reconocimiento de objetos, respectivamente.

DISCUSIÓN

Las diversas tecnologías presentadas en los estudios incluidos en la revisión sistemática evidencian propuestas asistivas emergentes diseñadas para fomentar la autonomía de las personas con discapacidad visual. Varias de estas tecnologías (Dang et al., 2024; Martínez, 2024; Espinoza et al., 2024; Romero et al., 2024; Joshi et al., 2020) demuestran altos niveles de efectividad y precisión. Por ejemplo, el algoritmo YOLO alcanza una efectividad del 94,29 % en la detección de objetos, mientras que la tecnología desarrollada por Joshi et al. (2020) logra un impresionante 99,69 % en el reconocimiento de objetos. Estos resultados indican que estas tecnologías son confiables para facilitar la movilidad y la interacción con el entorno.

Este hallazgo coincide con lo señalado por Vélez y Guaña (2024), quienes observaron una clara correlación en la efectividad de las tecnologías de inteligencia artificial, especialmente aquellas basadas en aprendizaje profundo y redes neuronales, al aplicarse en tareas de reconocimiento de imágenes. Estas herramientas se presentan como soluciones adaptativas que responden a las necesidades de las personas con discapacidad visual. Miranda et al. (2024), también respaldan esta idea al evaluar la efectividad de estas tecnologías en el ámbito educativo, donde destacan su potencial para mejorar la inclusión y el acceso a la información.

La mayoría de los estudios analizados en esta revisión bibliográfica se fundamentan en el uso de la inteligencia artificial (Chicalski et al., 2024; Dang et al., 2024; Espinoza et al., 2024; Martínez, 2024; Romero et al., 2024; Salinas et al., 2024; Salas, 2023; Altamirano et al., 2023; Lo Valvo et al., 2021; Saha et al., 2021; Trujillo et al., 2021; Joshi et al., 2020), con un enfoque particular en áreas como redes neuronales, aprendizaje automático, robótica, aprendizaje profundo y realidad aumentada. Así como tecnología de avanzada como visión artificial y sensores ultrasónicos. Un hallazgo similar fue reportado por Grados et al. (2022) y Alvarado y Llerena (2022), quienes destacan las tendencias actuales por el desarrollo de aplicación con técnicas que involucran a la inteligencia artificial, las cuales han resultado ser pertinentes en las soluciones como la movilidad de las personas con discapacidad visual.

Asimismo, las tecnologías analizadas se enfocan en mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. Un ejemplo es el prototipo de robot desarrollado por Chicalski et al. (2024), que asiste a los usuarios en la navegación por entornos urbanos, y el zapato con GPS diseñado por Velázquez et al. (2023), que proporciona instrucciones a través de patrones de vibración. Estas innovaciones no solo facilitan la movilidad, sino que también promueven una mayor independencia. Este enfoque está alineado con lo señalado por Herrera et al. (2023), quienes destacaron la importancia de los recursos tiftotecnológicos en la inclusión de las personas con discapacidad visual, permitiéndoles acceder a diversos espacios, lo que favorece la igualdad de oportunidades.

De igual manera, este hallazgo se alinea con lo que señalaron Haz et al. (2024), quienes también reconocieron que las soluciones tecnológicas asistivas mejoran la independencia y calidad de vida de las personas con discapacidad visual al ofrecer soluciones personalizadas, eficientes y mejorar la accesibilidad. Estos autores identificaron diversas propuestas coincidentes con las presentadas en la presente revisión sistemática, como la adaptación

tecnológica musical, el desarrollo de bastones inteligentes, sistemas de detección de obstáculos para facilitar la movilidad, y herramientas de aprendizaje Braille que utilizan retroalimentación electrónica. Manirajee et al. (2024) por su parte, también destacó la relevancia que tienen para este grupo poblacional la producción de innovaciones tecnológicas de asistencia.

A pesar de todos los beneficios de la tecnología asistiva emergente para contribuir a la autonomía de las personas no videntes y aunque no se mencionaron en los estudios analizados en esta revisión sistemática, otros autores como Haz et al. (2024) y Fernández (2023) destacaron algunas limitaciones en la inclusión digital de este grupo poblacional. Estas limitaciones incluyen las barreras tecnológicas que dificultan el acceso y uso de tecnologías digitales, debido a la falta de accesibilidad, interfaces inadecuadas y limitaciones en el software y hardware. Además, su acceso conlleva costos adicionales, lo que puede resultar en una escasez de soluciones accesibles y dificultades para acceder a dispositivos y software adaptados. Muchos de estos dispositivos tienen precios excesivos para la mayoría de las personas con discapacidad visual, lo que impide una adopción más amplia y limita el desarrollo del mercado.

CONCLUSIONES

La revisión sistemática identificó una amplia gama de herramientas y dispositivos tecnológicos diseñados para mejorar de manera significativa la autonomía, el acceso a la información y la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. De los 20 estudios analizados, la mayor cantidad de propuestas correspondieron al año 2024, lo que evidencia un creciente interés en este campo dentro de la comunidad científica. México destacó como el país con mayor representación, seguido por Ecuador, Colombia y Brasil, lo que refleja un compromiso global en el desarrollo de soluciones inclusivas.

Las tecnologías analizadas demostraron altos niveles de efectividad y precisión en diversas áreas, entre las que se incluyeron la movilidad, el reconocimiento de objetos, la educación y la interacción social. Se identificaron distintos dispositivos, herramientas y sistemas, tales como algoritmos, soluciones multimedia, aplicaciones web y móviles, prototipos de robots, gafas de ecolocalización, zapatos con GPS, bastones inteligentes y otros dispositivos físicos para el reconocimiento de objetos. Además, la mayoría de las propuestas tecnológicas se basan en el uso de inteligencia artificial en el área de las redes neuronales, aprendizaje automático, robótica, aprendizaje profundo y realidad aumentada.

Es fundamental seguir impulsando el desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas que permitan a las personas con discapacidad visual tener igualdad de oportunidades que el resto de la sociedad en educación, empleo y vida social. Además, es crucial promover la accesibilidad y disponibilidad de estas tecnologías para que todos los no videntes puedan beneficiarse de ellas.

REFERENCIAS

- Altamirano, M., Toral, F., Jiménez, J. F., Díaz, C. A., Fuentes, J. E., Sánchez, M. y Espinoza, I. (2023). Evaluación del proyecto vida (visión inclusiva y desarrollo apoyado) para personas con discapacidad visual. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(6), 771-787. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i6.1487>
- Alvarado, R. y Llerena, J. (2022). Revisión de la literatura sobre el uso de Inteligencia Artificial enfocada a la atención de la discapacidad visual. *Revista InGenio*, 5(1), 10-21. <https://doi.org/10.18779/ingenio.v5i1.472>
- Chicalski, R., Kleina, C., Bassinello, D. G., Nogueira, V. V. E., De Jesus, F. S., Barros, L. y Batista, V. M. (2024). Robô guia com inteligência artificial para pessoas com deficiência visual. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 16(3), e3607. <https://doi.org/10.55905/cuadv16n3-030>
- Crespin, J. y Hallo, M. (2022). Development of a Mobile Application to Manage the Personal Agenda of People with Total Visual Impairment. *Latin-American Journal of Computing*, 9(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.6763281>
- Dang, B., Ma, D., Li, S., Dong, X., Zang, H. y Ding, R. (2024). Enhancing Kitchen Independence: Deep Learning-Based Object Detection for Visually Impaired Assistance. *Academic Journal of Science and Technology*, 9(2), 180-184. <https://doi.org/10.54097/hc3f1045>
- Espinoza, M. P., Rios, C., Vásquez, D. V., López, C. A., Di Lorenzo, S. C., Llor, I. E., Gonzáles, R. F., Díaz, A., Aguirre, I. R. y Terrones, M. F. (2024). Detección de objetos para personas con discapacidad visual utilizando Machine Learning. *South Florida Journal of Development*, 5(10), e4468. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n10-005>
- Fernández, L. (2023). Inteligencia Artificial, basada en tecnología, como posible herramienta para la mejora de la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. *Kipus Científicas Entrelazando Ciencia*, 3(3), 149-160. <https://revistas.umss.edu.bo/index.php/kipus-cientificas/article/view/1093/1147>
- Ferreira, G. D. J., Cruz, J. S. D., Modesto, N. C., Machado, M. H., Teixeira, E., Carvalho, S. T. y Almeida, F. D. N. (2024). Simply mothers: Shared elaboration of technologies on prenatal care of visually impaired women. *Cogitare Enfermagem*, 29, e92082. <https://dx.doi.org/10.1590/ce.v29i0.93554>
- Francisca, E. C., Tenorio, D. D. J., Padilla, M. Á. y Aguilar, C. E. (2024). Evaluación Heurística de una Aplicación Móvil para Justificación de Inasistencias en la UPT: Enfoque en la Accesibilidad para Personas con Discapacidad Visual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 4092-4105. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13877
- Grados, J. E., Bravo, E. K. y Cieza, S. E. (2022). Revisión Sistemática: Sistemas de Inteligencia Artificial para Personas con Discapacidad Visual entre los Años 2012-2022. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 54, 354-366. <https://media.proquest.com/media/hms/PFT/1/2fdZR?s=H7vHINt0RqHhmXPVOIOGkjIEk50%3D>

- Haz, L., Minchala, J. M. y Balón, I. (2024). Inclusión Digital de Personas con Discapacidad Visual: Una Revisión Sistemática y Análisis Bibliométrico. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 2982-3003. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12545
- Herrera, L. B., La Hoz, M. G., Ruiz, F. J. y Consuegra, M. R. (2023). Tiflotecnología e inclusión de las personas con discapacidad visual: Una revisión sistemática. *Revista Cedotic*, 9(1), 13-35. <https://doi.org/10.15648/cedotic.1.2024.3598>
- Joshi, R. C., Yadav, S., Dutta, M. K. y Travieso, C. M. (2020). Efficient Multi-Object Detection and Smart Navigation Using Artificial Intelligence for Visually Impaired People. *Entropy*, 22(9). <https://doi.org/10.3390/e22090941>
- Lo Valvo, A., Croce, D., Garlisi, D., Giuliano, F., Giarré, L. y Tinnirello, I. (2021). A Navigation and Augmented Reality System for Visually Impaired People. *Sensors*, 21(9). <https://doi.org/10.3390/s21093061>
- Manirajee, L., Hanis, S. Q. y Mohd, S. M. (2024). Assistive Technology for Visually Impaired Individuals: A Systematic Literature Review (SLR). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 14(2), 596-611. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v14-i2/20827>
- Martínez, D. P. (2024). Sistema de Reconocimiento de Objetos como Apoyo a Personas Invidentes. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 5789-5805. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9118
- Miranda, M. E., Rivera, J. A., Rumbaut, D. y Yáñez, X. O. (2024). Evaluación de la efectividad de tecnologías adaptativas para mejorar la educación de estudiantes con discapacidad visual. *Revista Académica y científica VICTEC*, 5(9), 11-20. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/572/5725029002/html/>
- Reina, J. y Gaitán, D. F. (2024). MetroSonus. Una alternativa incluyente para la formación y la dirección de músicos con discapacidad visual. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical - RECIEM*, 21, 119-148. <https://doi.org/10.5209/reciem.86373>
- Romero, L. J., Chacón, E. J. y Gomez, J. A. (2024). Desarrollo EcoGafas: Una solución de visión por medio de ecolocalización. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2024*. <https://doi.org/10.26507/paper.3914>
- Saha, S., Shakal, F. H. y Mahmood, M. (2021). Visual, navigation and communication aid for visually impaired person. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 11(2), 1276. <https://doi.org/10.11591/ijece.v11i2.pp1276-1283>
- Salas, M. (2023). aSISTA. Aplicación de Asistencia a Personas con Discapacidades Visuales en Dispositivos Móviles. *Revista Interacción*, 4(1), 29-39. <http://revista.aipo.es/index.php/INTERACCION/article/view/86/88>

- Salinas, N. R., Miranda, E. T., Torres, Á. I., Intriago, D. F. y Peña, D. P. (2024). Implementación de un Dispositivo Inteligente para la Asistencia de Personas con Discapacidad Visual en Entornos Universitarios. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 36(E1), 131-145. <https://doi.org/10.37815/rte.v36nE1.1196>
- Sandoval, J. A., Carreño, M. A., Cosío, R., Estrada, I. y Leyva, A. (2023). Haptic Mobile Application to Develop Pre-braille Skills. En Q. Gao, J. Zhou, V. G. Duffy, M. Antona, & C. Stephanidis (Eds.), *HCI International 2023 – Late Breaking Papers* (Vol. 14055, pp. 392-403). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48041-6_26
- Slavin, E. (2024). Conservación en clave accesible: Discapacidad visual y tecnologías. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 213. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi213.10989>
- Trujillo, V., González, E. I., López, A. y Bautista, 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). <https://doi.org/10.23913/ride.v11i22.897>
- Vejarano, R., Pitty, A., Gómez, G. y Alain, L. (2020). Eye QR-aplicación identificadora de objetos para personas con discapacidad visual. *Revista de Iniciación Científica*, 5(2), 77-82. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.2.2508>
- Velázquez, R., Tachiquin, R. y Soto, C. D. V. (2023). Zapato con GPS para apoyar la autonomía de personas con discapacidad visual. *Pistas Educativas*, 45(145), 843-860. <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/3440/2480>
- Vélez, A. J. y Guaña, E. J. (2024). Análisis sobre las inteligencias artificiales aplicadas en el reconocimiento de imágenes dirigido a las personas con discapacidad visual. *Revista Ingenio global*, 3(1), 4-16. <https://doi.org/10.62943/rig.v3n1.2024.67>