

Analysis of the Efficiency of Tiflotechnology Tools Implemented in Educational Centers: A Systematic Review

Stefanie S. Huarcaya-Rivas¹, Carlos E. Tapia-Apolinario², Edgar Coaquira-Torres³, Teofilo J. Obregon-Calero⁴

^{1,2,3,4} Technological University of Peru, Peru, U20221161@utp.edu.pe, U20224488@utp.edu.pe, C26817@utp.edu.pe, C19492@utp.edu.pe

Abstract—Currently, there are many blind people who find it difficult to carry out certain daily activities, one of them is related to the educational field. Education for blind people turns out to be a big problem since many centers do not have special tools that adapt to the needs of each person, making their learning and personal development difficult. Therefore, this review aims to analyze the efficiency of different tiflotechnological tools for the learning of students with visual disabilities. To do this, an analysis and qualitative-quantitative design corresponding to a systematic review was used. From this, research works on the topic found in various databases were collected. For a better bibliographic search, a PICO question was formulated that allowed us to describe key components for RSL. Then, the selection process was carried out with PRISMA logic, which, based on the established inclusion and exclusion criteria, 15 articles were selected for the development of the research. The results obtained indicate that the most efficient tools are the braille reader with the improvement of skills to read and interpret texts, Horus with a 98% level of effectiveness is a support instrument and braille printer developed for cost-benefit reasons, and finally, an application developed by university students with an efficiency level of 97%, improving accessibility with university systems. It was concluded that, the use of tiflotechnological tools has mostly presented a high level of effectiveness in terms of their use and improvement of their learning, autonomy, and independence of people with visual disabilities.

Keywords—typhlotechnology, education, braille code, inclusion, technological tools

Resumen— Actualmente existen muchas personas ciegas que tienen dificultades para realizar ciertas actividades cotidianas, una de ellas está relacionada con el ámbito educativo. La educación de personas ciegas resulta ser un gran problema ya que muchos centros no cuentan con herramientas especiales que se adapten a las necesidades de cada persona, dificultando su aprendizaje y desarrollo personal. Por lo tanto, esta revisión tiene como objetivo analizar la eficiencia de diferentes herramientas tiflotecnológicas para el aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual. Para ello se utilizó un análisis y diseño cualitativo - cuantitativo correspondiente a una revisión sistemática. A partir de esto se recogieron trabajos de investigación sobre el tema encontrados en diversas bases de datos. Para una mejor búsqueda bibliográfica, se formuló una pregunta PICO que nos permitió describir componentes clave para RSL. Luego, se realizó el proceso de selección con lógica PRISMA, el cual, con base en los criterios de inclusión y exclusión establecidos, se

seleccionaron 15 artículos para el desarrollo de la investigación. Los resultados obtenidos indican que las herramientas más eficientes son el lector braille con el mejoramiento de habilidades para leer e interpretar textos, Horus con un nivel de efectividad del 98% es un instrumento de apoyo e impresora braille desarrollado por razones de costo-beneficio, y finalmente, una Aplicación desarrollada por estudiantes universitarios con un nivel de eficiencia del 97%, mejorando la accesibilidad con los sistemas universitarios. Se concluyó que, el uso de herramientas tiflotecnológicas en su mayoría ha presentado un alto nivel de efectividad en cuanto a su uso y mejora del aprendizaje, autonomía e independencia de las personas con discapacidad visual.

Palabras clave: tiflotecnología, educación, código braille, inclusión, herramientas tecnológicas

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, desde hace años, se afronta una problemática que afecta a un gran número de ciudadanos, en este caso se refiere a la discapacidad visual, el cual es un desafío complejo que afecta la vida de las personas ciegas. La Organización Panamericana de la Salud [1], indica que solo en el continente de América, cerca de 26 millones de personas sufren de deficiencia visual. Agregando a lo anterior, la Defensoría del Pueblo [2] menciona que, cerca de un millón 473 mil 583 personas son invidentes en el Perú y que, a su vez, el 39% son varones y el 61% son mujeres. La discapacidad visual, les impide desarrollarse en áreas fundamentales como la vida laboral, la movilidad, la participación social y la educación. Sin embargo, en algunos países del mundo, con la implementación de leyes inclusivas y los avances tecnológicos, esta problemática ha podido ser medianamente contrarrestada con respecto a ciertas limitaciones que sufren las personas invidentes. Tal es el caso de Ecuador, en el cual un estudio reflejó que la implementación de la tecnología resultó ser un gran colaborador para la fabricación y el desarrollo de la inclusión educativa de los grupos discapacitados en un Centro de Educación Popular [3]. Puesto que, su uso fue positivo para su desenvolvimiento en el aprendizaje autónomo, y de esta manera, fortalecer su autoestima, compensando mediante la implementación de herramientas tiflotecnológicas sus condiciones funcionales.

De este modo, se reconoce el rol esencial que desempeña la tecnología en la vida cotidiana de las personas con discapacidad visual, ya que no solo mejora su calidad de vida, sino que también les proporciona herramientas y soluciones que les permiten integrarse activamente en la sociedad. En el

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

contexto de esta problemática, es imprescindible destacar la relevancia de la tiflotecnología. Esta tecnología especializada es crucial para el desarrollo de individuos ciegos o con discapacidad visual, facilitándoles el acceso independiente y efectivo a los servicios ciudadanos, según indica la fuente [4]. En otras palabras, la tiflotecnología juega un papel significativo en promover la igualdad de oportunidades para todas las personas, independientemente de sus capacidades visuales.

En esta investigación, se analizó sobre la discapacidad visual, sin embargo, se ha notado que unos de los sectores mayormente afectado, a razón que no se han llevado a cabo las medidas correctivas para mitigar el problema, es el sector educativo, el cual se ha visto perjudicado con el pasar de los años, a causa de que diversos centros educativos del país no cuentan con las herramientas adecuadas para poder ofrecer de manera igualitaria los servicios de aprendizaje a las personas que sufren de discapacidad visual.

Desde hace años, en el sector educativo del Perú afronta una crisis que aún no ha sido solucionada por el Gobierno. Igualmente, que no se toma en cuenta a los individuos que sufren de alguna discapacidad, los cuales sufren de una falta de accesibilidad, tanto en entornos físicos como digitales, refiriéndose a la falta de conciencia pública sobre las necesidades de las personas ciegas, contribuyendo a esta problemática. Al respecto, el INEI [5] indica que cerca del 66,3% de estudiantes peruanos que sufren de discapacidad visual, abandona sus estudios, debido a la carencia de herramientas e instrumentos de enseñanza braille, y la capacitación de maestros.

Sin embargo, según las investigaciones, en el Perú existe un número reducido de centros educativos que cuentan con herramientas para poder brindarles a las personas invidentes la educación adecuada. Por lo cual, sería importante mencionar el caso de la Biblioteca Nacional del Perú [6] ya que, aunque no es una institución, se encuentra en el rubro de la educación, y lo que ha diseñado para los discapacitados visuales, representa un gran instrumento de ayuda en los centros educativos. El programa "Tiflos BNP" de la Biblioteca Nacional del Perú representa un esfuerzo significativo para mejorar el acceso al conocimiento y la información para las personas con discapacidades. Este programa emplea tecnologías avanzadas para facilitar servicios esenciales como el reconocimiento y lectura de textos impresos y la digitalización de textos, conversión de documentos a archivos de MP3 y magnificadores de pantalla. En ese sentido, Archundia y Cerón [7] mencionan que, las herramientas tiflotecnológicas representan un apoyo esencial como materiales educativos para estudiantes ciegos, brindándoles una alta posibilidad para acceder fácilmente al medio digital.

La tiflotecnología ofrece a los estudiantes con discapacidad visual la oportunidad de leer libros, editar textos y fomentar su inclusión en el entorno educativo. Esto es posible gracias a que algunas instituciones disponen de herramientas especializadas que facilitan un aprendizaje adecuado y promueven la igualdad de oportunidades. Sin embargo, el núcleo de nuestra investigación se enfoca en la falta de implementación generalizada de tecnologías accesibles para todas las personas con ceguera en el ámbito educativo. A pesar de que ciertas instituciones están equipadas con herramientas para apoyar el aprendizaje, su uso

frecuentemente se limita a quienes dominan el braille, excluyendo así a aquellos que no están familiarizados con este sistema de escritura. Según datos de la Unesco [8], aunque más de un millón de personas en Perú padecen discapacidad visual, solo un 6% tiene conocimientos del lenguaje braille. Esta situación subraya la necesidad urgente de desarrollar y adoptar tecnologías inclusivas que sean accesibles para todos los estudiantes con discapacidad visual.

En ese sentido, Zamora y Marín [4] mencionan que las herramientas de tiflotecnología no son un modelo único para todas las que sufren de incapacidad visual, y sugieren que es mejor estudiar las necesidades de cada una de estas personas, para desarrollar instrumentos más eficaces para su aprendizaje.

Para abordar este problema, en este artículo se analizarán las diversas herramientas que han sido desarrolladas con los avances tecnológicos para personas invidentes en instituciones educativas, que podrían resultar en instrumentos más eficaces para su aprendizaje. Por esa razón, en esta investigación se busca responder a la siguiente interrogante, ¿cuáles son las herramientas más efectivas a implementar para estudiantes con discapacidad visual en instituciones educativas?

La relevancia de esta Revisión Sistemática de la Literatura radica en su significativa contribución social y educativa. La tiflotecnología, a través de su desarrollo y correcta implementación, representa un medio crucial para derribar barreras y garantizar igualdad de oportunidades, facilitando la creación de espacios educativos genuinamente inclusivos. Además, esta tecnología adaptativa es esencial para que las personas con ceguera puedan acceder a materiales educativos, participar activamente en clases convencionales y adquirir habilidades académicas de forma autónoma. De esta manera, se promueve su integración efectiva en entornos educativos que evolucionan hacia un modelo cada vez más digital y tecnológico.

Al respecto, Betún, Acosta, Delgado e Iñiguez [9] afirma qué fomentar un enfoque educativo que promueva la inclusión y la equidad, es clave para asegurar que cualquier grupo de personas, tengan igualdad de oportunidades y acceso al aprendizaje. Asimismo, señalan que es fundamental la capacitación y disposición del personal docente para aceptar y apoyar la inclusión de cada estudiante en la comunidad educativa.

La realización de esta Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) es fundamental, ya que busca analizar y determinar cuáles son las herramientas o materiales tecnológicos más eficientes para el desarrollo y aprendizaje de personas con discapacidad visual. Esta necesidad surge a partir de una laguna en la investigación existente; nuestra revisión preliminar reveló la ausencia de una RSL actualizada que aborde específicamente esta temática. Para profundizar en este problema, esta investigación analizará diversas herramientas tecnológicas para personas con discapacidad visual en el contexto educativo, buscando identificar las más efectivas. La revisión sistemática de la literatura que se presenta tiene como objetivo llenar un vacío en la investigación existente, explorando la eficacia de diferentes tecnologías en la educación de personas con discapacidad visual, como señalan Rodríguez, Muñoz y Villarreal [10]. Este estudio es crucial para promover la inclusión y garantizar la

igualdad de oportunidades en el sector educativo, como sugiere Palomino [11], y contribuirá significativamente tanto al ámbito académico como al práctico, mejorando la calidad educativa para personas con discapacidad visual en Perú.

II. METODOLOGÍA

Este trabajo es una Revisión Sistemática de la Literatura que trata sobre las herramientas tiflotecnológicas en el ámbito educativo, se realizó una rigurosa búsqueda de trabajos de investigación relacionadas con el tema de estudio. Por ello, se revisó y recolectó información de diferentes bases de datos, como Scopus, y también en los diversos repositorios de las universidades o repositorios recolectores como RENATI, ALICIA, SCIELO y REDALYC, para tener fuentes que nos ayuden a estudiar y analizar la problemática de este trabajo.

Asimismo, para realizar una búsqueda bibliográfica correcta, es fundamental la formulación de preguntas concisas que se relacionen directamente con el tema elegido. Por lo que, en este caso se planteó una pregunta PICO (Problema/Población, Intervención, Comparación, Resultados), la cual nos permite describir de manera precisa los componentes de la RSL. Como primer punto, está la población, que se enfoca en analizar la problemática con relación a los estudiantes invidentes de instituciones educativas, en la que se definió palabras claves especializadas como estudiantes ciegos, institución educativa y educación inclusiva. Luego, en el módulo de intervención, se colocó a las herramientas tiflotecnológicas, como posible solución al problema, en la que se determinó palabras claves como herramientas tecnológicas, automatización y discapacidad visual. Siguiendo, en el apartado de comparación, con la información recolectada, se decidió que se realizaría el contraste entre un tipo de herramienta tiflotecnológicas, que en este caso funciona como un generador de braille electrónico, en el que se detalló como palabras clave a dispositivo, código braille y electrónico. Por último, en el módulo de resultados, se analiza la eficacia para el aprendizaje de dicha herramienta tiflotecnológica, en el que se definió como palabras clave a tecnología, instrumentos, resultados y productividad. Asimismo, con los componentes de la pregunta PICO, también se armó una interrogante, que de acuerdo a la estructura que plantea esta estrategia, se propuso lo siguiente, ¿Qué herramientas tiflotecnológicas son más eficientes para el aprendizaje de estudiantes con discapacidad visual?

TABLA I.
REVISIÓN DE PREGUNTA PICO

P	Problema/ Población	Estudiantes con Discapacidad Visual	“Blind Students” OR “Education System” OR “Inclusive” OR “Statistical Data”
I	Intervención	Herramientas Tecnológicas basadas en la Tiflotecnología	“Technological Tools” OR Typhlotecnology OR “Visual Disability” OR Automation
C	Comparación	Generador Electrónico de Código Braille	“Braille Code” OR Device OR Blind OR Electronic
O	Resultados	Eficacia del Uso de las Herramientas Tiflotecnológicas	Technology OR Performance OR Productivity OR Result OR Instruments

Fuente: Elaboración Propia.

En ese sentido, teniendo en cuenta las palabras claves se realizó el proceso de búsqueda de literatura científica en las diversas bases de datos y repositorios anteriormente mencionados. En los que mediante, el empleo de una ecuación de búsqueda con las palabras clave, se encontró más fuentes para la investigación de la problemática. En este método para buscar información, primero se seleccionó dos operadores booleanos para relacionar las palabras clave, que en este caso fueron AND y OR para interrelacionar palabras clave dentro de un mismo campo. También, se definió que se usaría el paréntesis, para dar una estructura a las expresiones de búsqueda y evitar ambigüedades. Finalmente, se armó una ecuación, en la que primero se seleccionó las tres palabras clave más importantes de cada componente, y se las ordenó en paréntesis, las cuales en medio de cada palabra tenían al operador OR. Luego, se tenía cuatro paréntesis, ya que es uno de cada componente, y entre estos se colocó al operador AND, para de esta manera, con el empleo de esta ecuación, realizar una búsqueda eficiente en los diversos repositorios y bases de datos. Como resultado, después de la búsqueda que se realizó al principio, y las que se encontró después, con el empleo de la ecuación de búsqueda, se logró encontrar veintisiete documentos, entre los que están trabajos de investigación y artículos científicos, relacionados con el tema de estudio.

En el proceso de selección de artículos científicos y trabajos de investigación para la Revisión Sistemática de la Literatura (RSL), se aplicó la metodología PRISMA, una guía destinada a mejorar la calidad y transparencia en la presentación de resultados de investigación. El primer paso de PRISMA involucró la definición de criterios de inclusión y exclusión para la elección de artículos científicos, basados específicamente en el tema de estudio.

A. Criterios de Inclusión

- CI 1: Los estudios incluidos deben abordar temas relacionados con el estudio o desarrollo de herramientas tecnológicas para personas con discapacidad visual.
- CI 2: Los estudios deben incluir un reporte de datos estadísticos, sobre el impacto del uso de herramientas tiflotecnológicas.
- CI 3: Los estudios deben estar implementados o desarrollados principalmente en centros educativos.
- CI 4: Los estudios deben explicar métodos para la inclusión de personas con discapacidad visual.

B. Criterios de Exclusión

- CE 1: Los estudios utilizan una metodología diferente al enfoque de esta investigación.
- CE 2: Publicaciones con idiomas que no sean en español o inglés.
- CE 3: Documentos anteriores al año 2017.
- CE 4: Estudios que se desarrollen en un ambiente de prueba y no un entorno real.

Luego, se precisa la base de datos a utilizar que, en este caso, serán Scopus, Redalyc y Scielo. Siguiendo, se realizó la búsqueda sistemática de la literatura, en la que, junto a los anteriores métodos de búsquedas, se obtuvo un total de veintisiete estudios científicos, en las que principalmente en la base de datos Scopus, se logró encontrar siete artículos para el

desarrollo de la investigación. Sin embargo, del total de fuentes de información, se excluyó a dos porque eran artículos duplicados, el primero porque se encontró el mismo archivo en dos bases de datos diferentes, y en el otro caso, el mismo documento estaba en dos lenguajes diferentes, uno en idioma español y el otro en idioma inglés, pero era la misma información. Después, se seleccionó los artículos de interés según sus títulos o resúmenes, y se almacenaron en Mendeley, el cual es un gestor bibliográfico, un sistema para almacenar información y buscador de documentación científica, un instrumento fundamental en el proceso de la RSL [12]. Igualmente, en esta fase, se decidió evaluar a texto completo todos los trabajos científicos que se recolectaron, de los cuales, tras una revisión, se excluyeron dos artículos.

Durante la selección de documentos científicos, dos de ellos fueron excluidos debido a la inexistencia o bloqueo de sus archivos. Posteriormente, de las dieciocho publicaciones restantes, tres fueron descartadas por diferentes razones: la primera por ser anterior al año 2017, incumpliendo el criterio de temporalidad establecido; la segunda por tener una metodología distinta a la requerida en la investigación, la cual se centraba en analizar la relación entre tiflotecnología y educación inclusiva para estudiantes con deficiencia visual mediante encuestas, a diferencia del enfoque del archivo descartado, que examinaba el impacto de la implementación de herramientas tiflotecnológicas.

Finalmente, el tercer documento que se excluye fue por la población, ya que, en este caso, se está estudiando a la problemática en instituciones educativas, pero este archivo estaba enfocado en estudiar personas de la tercera edad, por lo que también fue descartado. Finalmente, después de aplicar los criterios tanto de inclusión, como de exclusión, se tiene dieciocho artículos que han sido seleccionados para ser incluidos en el desarrollo de la RSL.

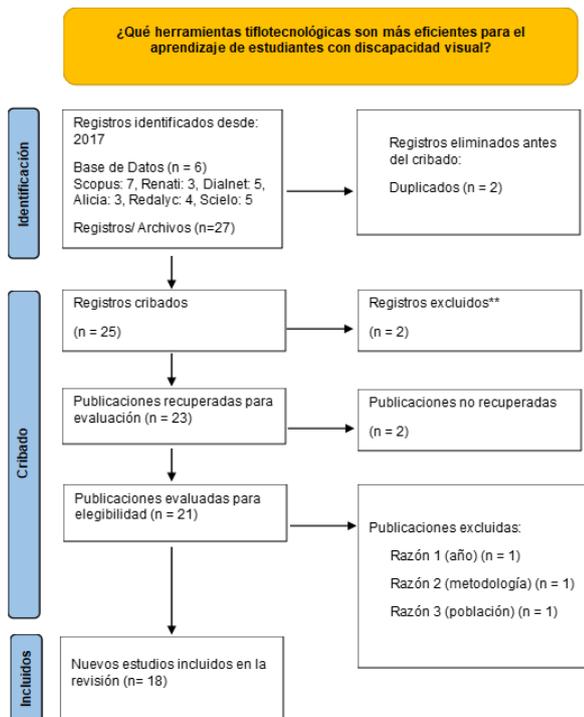


Fig. 1. Diagrama de Flujo PRISMA.

III. RESULTADOS

Los resultados de la investigación, referidos de los 18 informes entre artículos y trabajos de investigación seleccionados, se presentan a continuación en tablas y figuras de tipos de datos cualitativos y cuantitativos, las cuales responden a las interrogantes planteadas.

A. ¿Cómo se definen las herramientas tiflotecnológicas?

Para abordar el concepto de herramientas tiflotecnológicas, primero es necesario entender el término "tiflotecnología". Según la Real Academia Española [12], se define como la investigación en adaptación de procesos y métodos para personas con discapacidad visual. Esta discapacidad puede surgir al nacer, por accidente o en la vejez, e incluye limitaciones sensoriales y auditivas. Maitta, Pinargote, Alcivar y Coello [13] resaltan la importancia del ojo, que procesa el 80% de la información necesaria para la vida, subrayando la relevancia de la tiflotecnología para el desarrollo personal y la realización de actividades diarias.

La tiflotecnología, como conjunto de métodos, conocimientos y herramientas, se orienta a facilitar la autonomía y la inclusión social, laboral y educativa de personas ciegas o con deficiencia visual [14]. Aunque originalmente no incluía aparatos electrónicos, ahora se extiende al estudio y uso de equipos electrónicos para lectura, acceso y procesamiento de información, crucial para quienes padecen ceguera. La tiflotecnología es un campo amplio, pero su objetivo principal es proporcionar acceso a la información.

La investigación de Jiménez [15] sobre sistemas electrónicos para enseñar escritura Braille, los estudios de Bayas et al. [16] sobre programas de tiflotecnología en universidades, y la investigación de Blas et al. [17] sobre herramientas de soporte para programadores con discapacidad visual, muestran la diversidad y la importancia de esta tecnología. Además, el trabajo de Bustinza y Cuentas [18] y de Martínez et al. [19] enfatiza cómo la tiflotecnología contribuye a la formación académica y a la construcción de identidad en personas con discapacidad visual.

B. ¿Cuáles son las herramientas tiflotecnológicas más utilizadas en la actualidad?

Para la respuesta a esta interrogante según lo investigado se menciona que, las herramientas tiflotecnológicas son importantes para el acceso a la lectura a las personas ciegas en las diversas formas que desea recibir la información. A lo largo de los años, se han elaborado diversas herramientas, y si hablamos de historia, a finales del siglo XVIII, se creó uno de los primeros aparatos tiflotecnológicos, siendo el dispositivo vocal de Wolfgang Von Kempelen, el cual era un generador de voz capaz de emitir sonidos aislados y ciertas combinaciones sonoras. Asimismo, en España en principios del siglo XX se crea una de las primeras máquinas en sistema Braille desarrollada por Picht [4].

A continuación, se mencionan las diversas herramientas tiflotecnológicas que más se usan actualmente:

TABLA II.

HERRAMIENTAS TIFLOTECNOLÓGICAS MÁS UTILIZADAS EN LA ACTUALIDAD

Referencia	Año	País	Herramienta	Descripción
Angie Betún, Jorge Delgado, Mao Iñiguez y Mayra Acosta	2020	Ecuador	Talkback	Lector de pantalla para dispositivos Android.
Luis Vargas y Rolando Berrú	2022	Perú	Generador eléctrico de código	Permite dar lectura a textos digitales. Además, facilita el aprendizaje del sistema braille.
Rosa Yataco	2022	Perú	Pearl	Toma fotografías de textos de libro para luego verbalizarlo.
			All Reader	Escáner que lee en voz alta el texto digitalizado.
			EyePal	Cumple la función del ALL Reader. Además, cuenta con una pantalla LCD graduable para que personas con baja visión puedan ver imágenes.
			Index DV5	Imprime textos en lenguaje braille.
			Focus 40 Blue	Permite leer en sistema braille ya sea cualquier texto de la computadora, Smartphone o tableta.
			Smart Perkins	Máquina de escribir en sistema braille, incluye una pantalla LCD para una ver la escritura.
			Topaz	Ampliar y editar cualquier texto impreso.

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe recalcar, que, para el funcionamiento de las herramientas mencionadas, es necesario de diversos softwares o programas, y así dar la mejor respuesta para los usuarios. El siguiente cuadro se detalla algunos softwares.

TABLA III.
SOFTWARES TIFLOTECNOLÓGICOS MÁS UTILIZADAS EN LA ACTUALIDAD

Referencia	Año	País	Software	Descripción
Rosa Yataco	2022	Perú	JAWS y NVDA	Son programas que sirven para la lectura de libros digitales. El programa lee en voz alta lo que el usuario va escribiendo en tiempo real.
			ZoomText	Amplía el texto en pantalla a través del mouse o teclas.
			OCR OpenBook	Software que a través de un escáner reconoce los caracteres de un texto impreso, para luego enviar señales gráficas y convertirlo en voz.
			Balabolka	Convertidor de texto en audio.
Duxbury DBT	Convertidor de texto en sistema braille.			

Fuente: Elaboración Propia.

C. ¿Cuáles han sido las metodologías de desarrollo e implementación de las herramientas tiflotecnológicas en las instituciones?

Para responder a esta interrogante, con información recolectada, será organizada en una tabla, la cual brindará información acerca de las metodologías que emplearon algunos estudios tanto para el desarrollo de la herramienta tiflotecnológica, como en su implementación, en el cual es fundamental la enseñanza del uso de cada tecnología, para que los estudiantes con deficiencia visual aprovechen cada instrumento que se les proporciona para mejorar su enseñanza y a su vez, fomentar la inclusión.

TABLA IV.
METODOLOGÍAS DE DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TIFLOTECNOLÓGICAS

Referencia	Herramienta	Metodología
Esparza et al.	Aplicación Didáctica	El juego de memoria diseñado para personas ciegas, orientado a entrenar futuros guías turísticos, se desarrolló usando la metodología TSP, enfocada en calidad y trabajo en equipo. La fase de prueba se centró en evaluar las funcionalidades y el rendimiento del sistema interactivo.
Sánchez et al.	Lector Braille	La metodología aplicada en el desarrollo de esta herramienta estuvo conformada con las siguientes fases: - Fase Preparatoria: Se analiza la problemática y diseño para poder invertir, la cual se usa TALE, diagnóstico pedagógico donde se usa la batería de lectura y escritura - Fase Reflexiva: Se pasa a la pregunta de investigación para

		<p>determinar la realidad educativa e intervenciones autorreflexivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Etapa de Diseño: Se realiza una arquitectura de investigación, teniendo en cuenta el método, el procedimiento, técnicas para analizar datos y como realizar la conclusión. - Trabajo de Campo: Se hace uso de la secuencia didáctica Braillectura en personas con discapacidad visual y poder recolectar información. - Fase Informativa: Los resultados son presentados y difundidos tras la implementación de la herramienta tífletecnológica.
Alulema et al.	Software para la Enseñanza - Aprendizaje Braille	<p>En el desarrollo de esta tecnología, se utiliza el modelo en cascada:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Análisis y definición de los requisitos, determinando las necesidades que posee el usuario y planteando los objetivos de desarrollo del proyecto. 2. Diseño, es la fase en la que se crea el prototipo y se define las especificaciones que debe tener el software. 3. Implementación, es la fase en la que se codifica el software y se realizan pruebas de rendimiento y funcionamiento. 4. Prueba, es la fase que se evalúa la calidad de uso del software y si cumple con los requerimientos definidos. 5. Despliegue, el software finalmente es implementado e instalado en el ambiente para el que fue desarrollado, y posteriormente, ser usado por los usuarios, en este caso personas con discapacidad visual.
Loaiza et al.	Horus: Herramienta Tecnología de Apoyo Semi-Libre	<p>Horus, es una herramienta que tiene como propósito utilizar el principio dinámico de los puntos presentes en dispositivos tífletecnológicos.</p> <p>Sin embargo, en este caso, la representación de los estados de activación y desactivación de las celdas, son procesadas por interno, mediante una distribución matricial, en lugar de por filas. Lo que permitiría representar caracteres e imágenes digitales en un único espacio, haciendo que su funcionamiento sea similar a la manera en que se muestra la información en una computadora.</p>
Jiménez et al.	Entrenador Electrónico de códigos Braille	<p>Para esta herramienta, se implementó en una secuencia de pasos. Primero, se realizó el diseño del teclado braille, donde se describe las partes del aparato electrónico y las funciones que realizaría. Luego, viene el diseño del software en la PC, se usa un programa llamado Visual Basic 6.0 que permite ejecutar archivos de audio y gráfico correspondientes al sistema braille. Por último, se dan las instrucciones de uso a los usuarios de cada parte de la herramienta.</p>

Estrada et al.	Tablero electrónico interactivo	<p>El método de aprendizaje para utilizar el sistema desarrollado, que enseña el código braille, se enfoca en una metodología interactiva y fácil adaptación, comenzando con la enseñanza del alfabeto y luego el aprendizaje de braille, donde los usuarios aprenden a identificar la numeración correspondiente a cada punto del generador de braille para leer y escribir en este lenguaje.</p>
Hernández et al.	Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes	<p>El desarrollo de esta herramienta estuvo constituido por cinco módulos principales, los cuales fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Módulo de Entrada (Teclado): Se diseñó y elaboró un tablero digital, del que manualmente se fabricaron las celdas Braille, y es donde se lleva a cabo el proceso de captura de datos y codificación. - Modulo de Control: Se integra el diseño en los diferentes módulos, el cual ha sido programado en etapas, para verificar que el funcionamiento del proceso de identificación de datos este coordinado con el sistema. - Módulo de Voz: Integran un generador de voz artificial, y se reproduzca una señal audible por medio de un equipo de sonido. - Módulo de Comunicaciones: Para interactuar con el hardware, se desarrolla un código, para decodificar y controlar el sistema de comunicación. - Módulo de Almacenamiento: En este se almacenan las instrucciones del programa, en la memoria interna funciona como buffer de entrada y salida del módulo de comunicaciones, y la externa para almacenar los datos que se presentarán en el sistema.

Fuente: Elaboración Propia.

D. ¿En qué espacios de trabajo se han implementado estas herramientas tífletecnológicas?

Según lo investigado, como resultado de la pregunta planteada, en un artículo publicado por Sánchez y Díaz [20], se investigó la implementación de un lector braille para los estudiantes con deficiencia visual en el “Colegio Técnico J. F.R” en Bogotá, Colombia. Otro estudio llevado a cabo por Vargas [21], desarrollo un dispositivo electrónico que genera texto o información en el sistema de escritura Braille de forma automatizada, el cual fue aplicado en el centro educativo “Tulio Herrera” en Trujillo. El siguiente artículo, realizado por Alulema y Campoverde [22], implemento un prototipo de un programa informático diseñado para facilitar la enseñanza y aprendizaje del código Braille en la “Unidad Educativa Especial Claudio Neira Garzón” en Ecuador. Otro estudio, llevado a cabo por Loaiza y Torres [23], desarrollo una herramienta tífletecnológica al que llamo Horus, diseñada para ofrecer un grado de libertad y apoyo a personas no videntes, aplicado en la “Universidad de Manizales”, Colombia. El estudio que sigue fue realizado por Mendoza [24], el cual desarrollo una herramienta tecnológica para aprender braille, y fue implementado en ASODISPIE, la cual

es una institución especial para personas discapacitadas. Asimismo, un proyecto realizado por Esparza, Margain, Álvarez y Benítez [25], el cual fue un sistema interactivo y didáctico para personas ciegas, y posteriormente instalado en una institución del estado de Aguascalientes en México. El siguiente trabajo de investigación, realizado por Úsuga y Santamaría [26], desarrollo una herramienta tiflotecnológica enfocada en generar signos o información especial para niños con discapacidad visual, este fue implementado en la institución educativa “O.E.A.” en la ciudad de Bogotá, Colombia. Por otro lado, un artículo publicado por Vinueza et al. [27], se diseñó un modelo asequible de impresora Braille, el cual fue aplicado en la Asociación Nacional de Ciegos. Otro tipo de herramienta tiflotecnológica, fue desarrollado por Basantes et al. [28], los cuales diseñaron lectores de pantalla para ciegos, y fueron implementados en un Centro de Educación Popular Especial y en la Universidad Técnica del Norte. El siguiente estudio, llevado a cabo por Chuquin [29], diseño un dispositivo electrónico que consistía en un tablero interactivo para aprender a sumar y restar, esta fue aplicada en una Tifloteca, la cual es una biblioteca especial para personas con discapacidad visual. Asimismo, otra investigación realizada por Herencia y Heredia [30], desarrollo una aplicación móvil que actuaba como una interfaz que funciona como intermediario entre la intranet universitaria y un estudiante no vidente. Por otro lado, la Biblioteca Nacional del Perú [6], inauguró una sala especial para personas con discapacidad visual, la cual cuenta con una diversa variedad de equipos tiflotecnológicos, desde lectores de texto hasta impresoras del lenguaje para ciegos. Asimismo, en una investigación llevada a cabo por Montalvo [3], creo un dispositivo electrónico portátil para lectura Braille, el cual fue aplicado en estudiantes universitarios del país. En un artículo publicado por Ibarra, Gamarra, Aquino, Ibañez, Onofre y Asto [31], se diseñó “Nawinchay”, un sistema de bajo costo que facilite el proceso de aprendizaje de alfabetización Braille para personas con discapacidad visual, el cual fue implementado en la Institución Educativa CEBE -11 - La Salle de Abancay y la Institución Educativa CEBE - 07 de Curahuasi. De igual manera, en un proyecto llevado a cabo por Hernández, Pedraza y López [32], desarrollo un dispositivo tecnológico para optimizar el tiempo de aprendizaje de Braille, fue aplicada en la Biblioteca El Tunal y el Instituto Nacional para Ciegos (INCI) en Colombia. Por último, en una investigación realizada por Betún et al. [9], mencionan a Talkback, JAWS y NVDA, dos herramientas tiflotecnológicas que fueron aplicadas en instituciones a estudiantes con discapacidad visual.

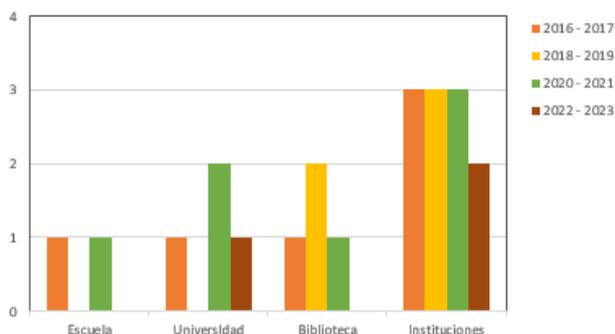


Fig. 2. Tipo de Espacios utilizados para la Implementación de Herramientas Tiflotecnológicas

E. ¿Qué niveles de eficacia se ha obtenido tras la implementación de herramientas tiflotecnológicas en las instituciones?

Para responder a esta pregunta, las referencias obtenidas de los artículos y trabajos de investigación se clasificaron en dos categorías, en función del tipo de información que proporcionan. Primero, se presentarán los datos cuantitativos en un gráfico, clasificados por su porcentaje de eficacia. Segundo, se dispondrán los datos cualitativos en una tabla, organizados de acuerdo con su nivel de eficacia.

Datos Cuantitativos

En cuanto a los resultados obtenidos para este tipo de datos, se encontró en el primer trabajo de investigación realizado por Vargas [21], el cual consistió en el desarrollo de un generador de braille electrónico en un centro educativo, tras su implementación demostró una eficacia del 85% en el aumento de la velocidad de lectura Braille en los estudiantes con discapacidad visual y, además mostro una mejora significativa en su aprendizaje. En otra investigación realizada por Mendoza [24], en el cual se diseñó una herramienta tecnológica para enseñar braille en una institución pública, se evidenció una eficacia del 78% en cuanto a el aumento de su aprendizaje del código, y a su vez, fomento la inclusión de individuos con discapacidad visual. Asimismo, en otro artículo, en el que Santamaria y Úsuga [26], desarrollaron un generador de signos para estudiantes con discapacidad visual de nivel básico, demostró un nivel de eficacia del 86%, puesto que resultó ser una herramienta fácil de usar e interactiva, y promueve una mayor independencia con relación al manejo de la máquina.

Por otro lado, en el estudio realizado por Vinueza, Moreno, Morales y Velastegui [27], el cual consistió en la implementación de una impresora braille en una institución, evidenció un nivel de eficacia del 98% con relación a la velocidad y la efectividad al momento de imprimir un archivo en Braille. En otra investigación, realizada por Aucay [33], el cual consistió en un diseño de un prototipo electrónico de enseñanza del lenguaje para ciegos, demostró una eficacia del 73%, con respecto al aprendizaje, el cual fue optimo ya que, en un plazo de tres entrenamientos con el equipo, los estudiantes con discapacidad visual ya lo manejaban a la perfección. Otro dispositivo electrónico, en este caso desarrollado por Chuquin [29], consistió en el diseño un tablero interactivo para enseñar a sumar y restar a estudiantes de nivel primaria, presento una eficacia del 90% en cuanto al nivel de rendimiento en el aprendizaje que logro cada uno de los alumnos que emplearon este dispositivo.

En cuanto a los estudiantes universitarios, una solución tecnológica realizada por Herencia y Heredia [30], la cual era una aplicación que servía como conexión entre la intranet universitaria y estudiantes con discapacidad visual, esta evidenció un nivel de eficacia del 97%, dado que resulta accesible y facilita la entrada y navegación en el sistema de intranet de la universidad. Otro proyecto enfocado en la portabilidad y ergonomía para estudiantes universitarios, desarrollado por Montalvo [3], fue un módulo Braille electrónico, este alcanzó una eficacia del 88%, ya que además de ser un instrumento de apoyo para el aprendizaje del lenguaje, cumpliendo con las medidas de ergonomía y

portabilidad, que son fundamentales para una persona con discapacidad visual. De igual manera, en una investigación llevada a cabo por Hernández, Pedraza y López [32], que consistió en el desarrollo de un dispositivo tecnológico para que las personas con discapacidad visual aprendan el código Braille, el cual evidenció un nivel de eficacia del 80% dado que, con el uso de la tecnología se demostró un incremento en el tiempo de autonomía en los inicios del aprendizaje del lenguaje con respecto a los métodos tradicionales.

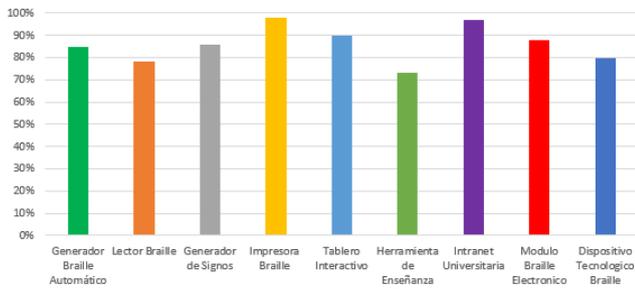


Fig. 3. Datos Cuantitativos del Nivel de Eficacia en la Implementación de Herramientas Tiflotecnológicas

Datos Cualitativos

La siguiente tabla presentará de forma estructurada los datos cualitativos extraídos de los artículos, categorizando la eficacia de las herramientas tiflotecnológicas en tres niveles - bajo, moderado y alto, basados en los resultados observados después de su implementación y uso.

TABLA V.
DATOS CUALITATIVOS DEL NIVEL DE EFICACIA EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TIFLOTECNOLÓGICAS

Referencia	Herramientas Tecnológicas	Nivel de Eficacia	Descripción
Sánchez et al.	Lector Braille	Alta	Esta herramienta evidenció un notable avance en el desarrollo de habilidades para comprender y analizar textos, con la Brailleitura desempeñando un papel crucial en la consecución de estos progresos significativos.
Alulema et al.	Software para la Enseñanza – Aprendizaje Braille	Moderada	El software demostró una eficacia moderada en la enseñanza de Lengua y Literatura a estudiantes con discapacidad visual, utilizando la función de texto a voz. Sin embargo, se identifica la necesidad de mejorar las funcionalidades de los contenidos en la plataforma para optimizar su eficiencia.

Loaiza et al.	Horus: Herramienta Tecnología de Apoyo Semi-Libre	Alta	Esta herramienta demostró un alto nivel de eficacia, con respecto al factor costo-beneficio, el cual consiste en la conversión automática de archivos con información o imágenes a lenguaje Braille.
Jiménez et al.	Entrenador Electrónico de Códigos Braille	Baja	El equipo desarrollado tuvo baja eficacia debido a un diseño que dificulta su uso, siendo necesaria la modificación de las teclas a pulsadores en alto relieve para facilitar la escritura del lenguaje.
Estrada et al.	Tablero Electrónico Interactivo	Moderada	La herramienta mostró una eficacia moderada: es valiosa y motivadora para el aprendizaje del lenguaje por su interactividad, pero aún necesita mejoras en fiabilidad y adaptabilidad.
Basantes et al.	Lector de Pantalla	Alta	La tecnología mostró alta eficacia al fortalecer el aprendizaje y brindar acceso a diversas herramientas digitales, facilitando la interacción de los usuarios con profesores y contenidos virtuales.
Biblioteca Nacional del Perú	Equipos Tiflotecnológicos	Moderada	La Biblioteca implementó herramientas como lectores y ampliadores de texto que mostraron una eficacia moderada, ya que, a pesar de ser modernos, no cumplen del todo con los requerimientos actuales de los estudiantes con discapacidad visual.
Betún et al.	Talkback NVDA JAWS	Alta	Estas herramientas enfocadas en la lectura de código Braille, tuvo una alta eficacia en su implementación, ya que permiten un nivel de autonomía e independencia requerida por estudiantes ciegos, durante su proceso de aprendizaje.

Esparza et al.	Aplicación Didáctica	Moderada	La aplicación creada obtuvo un nivel de eficacia moderada para los usuarios con ceguera, pero hay aspectos que podrían mejorar como el diseño y las funcionalidades para un aprendizaje más óptimo.
Ibarra et al.	Software Basado en Juegos para el Aprendizaje del Alfabeto Braille	Alta	El software enfocado en el aprendizaje de la alfabetización Braille, evidenció un alto nivel de eficacia, ya que los resultados muestran que las personas con discapacidad visual aprenden correctamente el alfabeto, números y sílabas.
Asto et al.	Ñawinchay, Sistema de Bajo Costo para el Aprendizaje de Braille	Moderada	El sistema centrado en el aprendizaje del lenguaje Braille, demostró un nivel de eficacia moderada, ya que el prototipo tiene un adecuado funcionamiento, pero los tiempos empleados por los usuarios para aprender las sílabas o letras son lentos, aunque luego de varios intentos alcanzan el objetivo.

Fuente: Elaboración Propia.

			conocimientos previos para su aplicación y uso.
Vargas et al.	Generado Electrónico de Código Braille		El desarrollo del dispositivo tiflotecnológico enfrentó desafíos como la dificultad en adquirir ciertos componentes electrónicos no disponibles en el mercado local y los altos costos de fabricación de accesorios de plástico y acrílico, limitados por el desarrollo insuficiente de la industria local.
Mendoza et al.	Instrumento para la Enseñanza – Aprendizaje Braille		El rendimiento de la aplicación estuvo limitado por el diseño de su interfaz y las capacidades del hardware del dispositivo en el que se instaló, indicando que, a pesar de un diseño y estructura adecuados, su funcionamiento óptimo no está garantizado en todos los dispositivos.
Chuquin	Prototipo Electrónico Interactivo		La herramienta tuvo limitaciones en la lectura de imágenes, tablas, PDFs, gráficos y mapas conceptuales, y la falta de desarrollo en la percepción de texturas y formas en algunos estudiantes ciegos restringió su aprendizaje óptimo.
Basantes et al.	Lectores de Pantalla		El instrumento presenta limitaciones, como la incapacidad de leer información gráfica a través de su función de voz y su alto costo, que puede ser prohibitivo para personas con deficiencia visual.

Fuente: Elaboración Propia.

F. ¿Qué limitaciones se han presentado en el desarrollo o la implementación de herramientas tiflotecnológicas?

Como respuesta a esta interrogante, tras la revisión de los artículos encontrados, se halló información relacionada a esa pregunta, la cual trata sobre ciertas limitaciones o restricciones que se presentaron tanto durante el desarrollo de algunas herramientas tiflotecnológicas, como a lo largo de su implementación la cual, para mejor organización y entendimiento de la información, se realizará una tabla con los datos recolectados en la investigación.

TABLA VI.
LIMITACIÓN EN EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS TIFLOTECNOLÓGICAS

<i>Referencia</i>	<i>Herramienta Tiflotecnológica</i>	<i>Limitaciones</i>
Sánchez et al.	Lector Braille	Las limitaciones en el desarrollo de la herramienta Braillectura incluyeron tiempo restringido para cada proceso didáctico, un espacio de trabajo reducido con distracciones auditivas, y habilidades limitadas de lectura y escritura en los estudiantes, lo que frenó un progreso más significativo debido a la necesidad de

IV. DISCUSIÓN

La información recolectada de los 18 artículos y trabajos de investigación permitió conocer las diversas herramientas tiflotecnológicas que son usadas actualmente, y a que a su vez han sido desarrolladas para una posterior implementación, en este caso los espacios, han sido centrados en escuelas, bibliotecas e instituciones públicas del Estado. La mayoría de las herramientas estudiadas en la investigación, presentaron un alto nivel de eficacia, en cuanto a su uso y al aprendizaje por parte de los estudiantes con discapacidad visual. Sin embargo, una de las herramientas que no presentó un correcto despliegue, fue el entrenador electrónico de Braille, desarrollado por Jiménez, el cual tuvo fallas en su diseño, lo que dificultó su manejo al momento de la ejecución.

Por otro lado, se evidenció que gran parte de las tecnologías, fueron desarrolladas en base al lenguaje Braille, el cual es fundamental en la educación para estudiantes con ceguera, ya que les ayuda a desarrollarse en diferentes ámbitos y les permite desarrollarse y desenvolverse de manera integral y profesional. Sin embargo, en algunos casos esto representaba una limitación, ya que algunas herramientas requerían de un conocimiento previo para su uso, como la herramienta desarrollada por Sánchez y Díaz [20], el cual consistía en un lector Braille, el cual debido a las pocas habilidades de lectura y escritura que tenían los estudiantes

ciegos de ese centro educativo, no se lograron grandes progresos en cuanto al aprendizaje. Por lo que, según las investigaciones se encontró que, para estos casos se desarrollaron otras herramientas, como el tablero lúdico electrónico, el cual no necesita un aprendizaje preliminar del lenguaje, ya que este te enseña las bases del código, empezando desde la alfabetización y las operaciones básicas.

En otro sentido, el estudio, permitió entender que en ocasiones la educación inclusiva resulta limitada debido a lo costoso que es tanto adquirir como implementar herramientas tecnológicas en instituciones educativas, ya que muchas de estas no las venden en el país y tienen que exportarlas desde el extranjero. Para este caso, se encontró un proyecto desarrollado por Vinuesa et al. [27], en el año 2017, el cual consistía en el desarrollo de una impresora Braille de costo bajo, ya que esta era realizada a partir de una impresora común, la cual fue rediseñada y remplazada con nuevos componentes para que sea convertida en una especial que permitiera imprimir documentos o archivos en Braille. Por otro lado, tenemos a los softwares, los cuales han resultado muy efectivos para fomentar la inclusión educativa, especialmente en las universidades, como es el caso de Herencia y Heredia [30], los cuales desarrollaron una solución tiftológica, que consistía en una aplicación que actuaba como interfaz entre la intranet universitaria y un estudiante con discapacidad visual, esta básicamente era una aplicación móvil que facilita el acceso a las opciones de la página de la universidad, la cual enviará mensajes de voz, mientras este navega por el aplicativo, ya que tiene integrada un lector de pantalla, esta resulta ser muy eficiente, ya que aceleraba el tiempo que el estudiante empleaba para acceder página de su institución.

La Biblioteca Nacional del Perú [6] ha inaugurado una sala con equipos tiftológicos para personas con discapacidad visual, promoviendo la inclusión y el acceso gratuito a la educación. Este éxito subraya la importancia de las herramientas tiftológicas en mejorar la calidad de vida y facilitar la inclusión educativa.

Asimismo, para reforzar la importancia de promover la habilidad e implementación de tiftología en el país, es fundamental mencionar algunos testimonios de personas afines a este tipo de tecnología, como es el caso del Instructor en Tiftología y Braille de la ONCE (Organización Nacional de Ciegos Españoles), el menciona que la tiftología ayuda en gran medida a mantener una comunicación con el resto del mundo, también gracias a esta, las personas con limitaciones visuales han podido leer libros en una biblioteca digital, ver películas audio escritas y acceder a páginas web, esto les da a ellos la posibilidad de integrarse de una manera inclusiva y normalizada. De igual modo, Julia Montero, una joven con discapacidad visual afiliada a la ONCE, explica que lleva estudiando el ciclo de superioridad e integración, y ha podido llevar las clases a través de videollamada sin inconvenientes, gracias a que tiene bastante autonomía con las diversas aplicaciones tiftológicas. Julia insiste en que estas herramientas son muy importantes y representan una gran ayuda para las personas con déficit visual, ya que les permite seguir estudiando y llegar a la formación al igual que el resto de las personas [37].

Por otro lado, en el Centro de Lima, también se ha empezado a usar la tiftología, en este caso se han

implementado placas con lenguaje Braille en las principales calles y avenidas para que, con el apoyo de este instrumento, las personas ciegas puedan saber dónde se encuentran ubicadas. Al respecto, John Suarez, una persona invidente, comenta que es una herramienta muy útil, ya que así no será necesario pedir ayuda, puesto que hay algunas personas que se incomodan cuando pide asistencia para poder cruzar la calle o ubicarse. Además, Gladys Luna, Subgerente de Protección y Promoción a la Persona con Discapacidad, agrega que la iniciativa de poner las placas con lenguaje Braille en las calles, mejora en gran medida la autonomía de las personas con discapacidad visual, ya que las vuelve más independientes para integrarse en la sociedad [38].

V. CONCLUSIONES

En conclusión, se encontraron diferentes herramientas tiftológicas que han sido desarrolladas e implementadas en diversas instituciones educativas para personas con discapacidad visual. Los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, durante la aplicación de estos, en su mayoría han presentaron un alto nivel de eficacia en cuanto a su uso y la mejora de su aprendizaje. En los estudios, las herramientas tiftológicas, han fomentado un ambiente de inclusión, ya que les ha permitido acceder a la educación con ayuda de instrumentos que se adaptan a sus requerimientos y necesidades, permitiéndoles tener un alto nivel de autonomía e independencia. El uso de estas herramientas, presentaron un aprendizaje óptimo tanto en conocimientos como competencias, gracias a las funcionalidades que manejaban las herramientas, los cuales priorizaron la enseñanza de la lectura y escritura de lenguaje Braille, puesto que son habilidades básicas de la educación para personas con discapacidad visual, y que resultan aún más vitales, si no recibieron una orientación adecuada durante las primeras etapas de instrucción, ya que es fundamental aprender el lenguaje para hacer uso de la mayoría de estas herramientas tiftológicas que han sido desarrolladas hasta la actualidad.

Asimismo, algunas de las herramientas tiftológicas más eficientes para la educación de personas con problemas de visión, fueron el lector braille, el cual demostró una alta eficiencia y avances significativos en la mejora de las habilidades para leer e interpretar textos. De igual manera, un factor clave que interviene en esta problemática, es el económico, puesto que tanto la adquisición como el desarrollo de estas herramientas mantiene un costo elevado, por lo que algunas herramientas como Horus, un instrumento de apoyo semi-libre y una impresora braille, fueron desarrolladas con relación al factor costo-beneficio, y este último resultado con un nivel de eficacia del 98% con relación a la velocidad para imprimir un archivo en braille. Por otro lado, en cuanto estudiantes universitarios, el desarrollo de una aplicación, en base a la tiftología, que sirve como conexión entre una intranet universitaria y estudiantes con discapacidad visual, resulto con nivel de eficacia del 97%, ya que les brindo accesibilidad y les facilito la entrada y navegación en el sistema de la universidad.

Para futuras investigaciones se recomienda desarrollar herramientas tiftológicas que no dependan exclusivamente del braille, para facilitar la adaptación de personas con discapacidad visual al entorno educativo sin

necesidad de conocimientos previos de braille, promoviendo así un aprendizaje más innovador e inclusivo y mejorando la accesibilidad y equidad tecnológica.

REFERENCIAS

- [1] Organización Panamericana de la Salud. "Salud Visual". Washington, D.C.:OPS, 2018. Disponible en: <https://www.paho.org/es/temas/salud-visual#:~:text=Con%20respecto%20a%20la>
- [2] Defensoría del Pueblo. "Estado debe facilitar el aprendizaje del Braille a las personas ciegas", Lima, Perú: Defensoría del Pueblo, 2019.
- [3] P. Montalvo, "Desarrollo de un módulo lector braille electrónico para personas con discapacidad visual orientado a portabilidad y ergonomía", Tesis de Título Profesional, Universidad Politécnica Salesiana – Ecuador, Quito, Ecuador, 2021.
- [4] P. Zamora, y C. Marín, "Tiflotecnologías para el alumnado con discapacidad visual", ACADEMO, vol. 8, no. 1, pp. 109-118, junio 2021.
- [5] Instituto Nacional de Estadística e Informática. "Censo Nacional de Población y Vivienda 2018". Lima, Perú: INEI, 2018.
- [6] Biblioteca Nacional del Perú (2018, Marzo 05). BNP adquiere equipos tiflotecnológicos para personas con discapacidad visual [Online]. Disponible: <https://www.bnp.gob.pe/bnp-adquiere-equipos-tiflotecnologicos-para-discapitados-visuales/>
- [7] E. Archundia y C. Cerón, "Objetos de Aprendizaje digital para personas con discapacidad visual en estructuras de datos: grafos (OAGRAF)", Ride, vol. 8, no. 16, pp 289-310, junio 2018.
- [8] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). "Países de América Latina adaptan indicadores educativos con énfasis en discapacidad para fortalecer las políticas de educación inclusiva", Setiembre, 2021.
- [9] A. Betún, M. Acosta, J. Delgado, y M. Iñiguez, "Las TIC como oportunidad para fortalecer el PEA en los estudiantes con discapacidad visual", Revista Docentes 2.0, vol. 9, no. 1, pp. 42-48, abril 2020.
- [10] M. Rodríguez, L. Muñoz and V. Villarreal, "Systematic Review of the Literature focused on the use of Technology Assistive for people with visual impairment", 2022 V Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil (AmITIC), San Jose, Costa Rica, 2022, pp. 1-8, doi: <https://doi.org/10.1109/AmITIC55733.2022.9941263>
- [11] M. Palomino, "Tiflotecnología e inclusión educativa: Evaluación de sus posibilidades didácticas para el alumnado con discapacidad visual", REID, vol. 9, no. 1, pp. 8-22, enero 2013.
- [12] Real Academia Española, Diccionario de la lengua española, 23 ed., España, 2023.
- [13] I. Maitta, J. Pinargote, E. Alcivar y E. Coello, "Enseñar en la Resiliencia a Personas con Discapacidad Visual", marzo, 2018.
- [14] R. Yataco, "Tiflotecnología y el acceso a la información de las personas con discapacidad visual", FX, no. 50, pp. 76-90, diciembre 2022.
- [15] A. Jiménez, "Sistema Electrónico para la Enseñanza de la Escritura de Códigos Braille", ELECUNMSM, vol. 25, no. 1, pp. 28-35, junio 2010.
- [16] C. Bayas, B. Jaramillo, J. Fernández, y C. Augusto, "Programa de Tiflotecnología para mejorar la inclusión de los estudiantes con discapacidad visual, en una universidad Guayaquil Ecuador, 2021", Tesis doctoral, Universidad César Vallejo, Piura, Perú, 2022.
- [17] M. Blas, M. Golobisky, M. Castellaro, y D. García, "'Herramienta de Soporte para Programadores con Discapacidad Visual mediante el Mercado de Código Fuente", 2020 IEEE Congreso Bienal de Argentina (ARGENCON), pp. 1-4, 2020.
- [18] M. Bustinza, y H. Cuentas, "Las herramientas tiflotecnológicas en el proceso de formación académica de los estudiantes con discapacidad visual en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco – 2019", Tesis de título profesional, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú, 2021.
- [19] Y. Martínez, K. Naranjo, y C. Castro, "La tiflotecnología, una herramienta para la construcción de identidad en el contexto sociocultural de personas con discapacidad visual", Editorial UPTC, vol. 13, no. 15, pp. 1-183, marzo 2022.
- [20] S. Sánchez, y E. Díaz, "Discapacidad visual, sistema braille e inclusión educativa desde la perspectiva interseccional", Revista Gestión I+D, vol. 5, no. 2, pp. 33-59, Julio 2020. 4
- [21] L. Vargas, "Electronic generator of Braille code (EGBC) to improve the educational inclusion of visually disability people in an educational center in Trujillo", 2022 IEEE Engineering International Research Conference (EIRCON), Lima, Peru, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/EIRCON56026.2022.9934822.
- [22] S. Alulema, y M. Campoverde, "Prototipo de software para la enseñanza-aprendizaje de braille", Revista Multidisciplinaria Arbitrada de Investigación Científica, vol. 7, no. 4, pp. 1188-1206, octubre 2023.
- [23] C. Loaiza, y S. Torres, "Horus: Prototipo de herramienta tecnológica de apoyo semilibre, para personas con discapacidad visual", Ventana Informática, vol. 29, no. 1, pp. 13-28, marzo 2014.
- [24] F. Mendoza, "Diseño de instrumento tiflotecnología para la enseñanza del lenguaje Braille en la asociación ASODISPIE utilizando el método multisensorial", Tesis de Maestría, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá, Colombia, 2021.
- [25] A. Esparza, L. Margain, F. Álvarez, y E. Benítez, "Desarrollo y evaluación de un sistema interactivo para personas con discapacidad visual", TecnoL., vol. 21, no. 41, pp. 149-157, enero 2018.
- [26] Y. Santamaría y D. Úsuga, "Desarrollo de un Signo Generador Electrónico para dar a Niños con Discapacidad Visual una Herramienta Amigable e Interactiva y que Permita una Mayor Autonomía en la Adquisición de los Conceptos Básicos del Sistema de Lecto-Escritura Braille", Trabajo de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, 2016.
- [27] C. Vinueza, F. Moreno, J. Morales, H. Velasteguí, y G. Vallejo, "Implementación de un prototipo de impresora braille de bajo costo, basado en hardware libre", Rev. Publicando, vol. 4, no. 12, pp. 89-107, Setiembre. 2017.
- [28] A. Basantes, F. Guerra, M. Naranjo, D. Ibadango, "Screen Readers: Technological Tools for the Educational Inclusion of Blind People", Información Tecnológica, vol. 29, no. 5, pp. 81-90, octubre 2018.
- [29] G. Chuquín, "Diseño de un Prototipo Electrónico Interactivo como Elemento de Apoyo para la Enseñanza de la Suma y Resta en Niños entre 6 y 7 años del Área para No Videntes de la Universidad Técnica del Norte", Trabajo de Grado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2019.
- [30] H. Herencia, y D. Heredia, "Solución tecnológica para la inclusión de alumnos invidentes en universidades", Tesis de Título Profesional, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2020.
- [31] M. Ibarra, R. Gamarra, M. Aquino, V. Ibañez, C. Onofre and L. Asto, "Ñawinchay: low-cost system for facilitating the Braille literacy for blind people", 2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Coimbra, Portugal, 2019, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI.2019.8760729.
- [32] C. Hernández, L. F. Pedraza y D. López, "Dispositivo tecnológico para la optimización del tiempo de aprendizaje del lenguaje Braille en personas invidentes", Rev. Salud Publica, vol. 13, n.º 5, pp. 865-873, octubre 2011.
- [33] J. Aucay, "Prototipo Electrónico de Enseñanza del Sistema Braille", Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2016.
- [34] L. Dos Santos, "Active Methodologies: As ICT as inclusive tools to teach PLE to the spanish visually impaired", revHUMAN, vol. 13, no. 1, pp. 1-11, diciembre 2022.
- [35] S. P. Aquino, V. García, y M. J. Izquierdo, "Tiflotecnología y educación a distancia: propuesta para apoyar la inclusión de estudiantes universitarios con discapacidad visual en asignaturas en línea", Apertura, vol. 6, no. 1, pp. 32-45, abril 2014.
- [36] M. J. Ibarra, C. Serrano, F. d. L. P. Valdivia, J. A. S. Bringas, I. Duran and E. M. Ibarra-Cabrera, "Game-Based Literacy for Blind People", 2020 3rd International Conference of Inclusive Technology and Education (CONTIE), Baja California Sur, México, 2020, pp. 123-127, doi: 10.1109/CONTIE51334.2020.00031.
- [37] Canal Extremadura. Conoce la labor de un instructor en tiflotecnología | Escúchame. (8 de febrero de 2021). Accedido el 3 de mayo de 2024. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=DpTtqgsMt7w>
- [38] Univisión Noticias. Sistema braille en las calles de Perú. (22 de marzo de 2015). Accedido el 4 de mayo de 2024. [Video en línea]. Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=n6D2EjsqVXw>