

Tecnologías de asistencia para la accesibilidad académica de personas con ceguera en el nivel superior

Assistive technologies for academic accessibility of people with blindness in higher education

Evangelina Zepeda García¹

Información	Resumen
<p>Artículo de Investigación Recibido: 7 febrero 2024 Aceptado: 9 abril 2024 En línea: 22 abril 2024</p>	<p>El artículo presenta los resultados de la identificación de tecnologías que pueden contribuir a que personas con ceguera ejerzan su derecho a la educación en condiciones equitativas. Se aborda la importancia de comprender y aprovechar la tecnología para mejorar la calidad de vida, poniendo énfasis en la relevancia de la tecnología de asistencia (TA) para potenciar las habilidades de todas las personas, especialmente aquellas que realizan estudios de nivel superior. Para su análisis, las TA se clasifican en dos categorías: aquellas orientadas a la percepción táctil y las que refuerzan la audición, considerando su clasificación como tiflotecnología (tecnología diseñada para personas con ceguera) o tiflorandom (tecnología que ha resultado útil para las personas con ceguera). El estudio se centra en la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui (UPSRJ), una universidad pública mexicana con enfoque tecnológico que ofrece educación superior pertinente a estudiantes con diversas condiciones de vida, tanto en modalidad presencial como a distancia en posgrado. Se resalta la importancia de adaptar recursos y materiales didácticos para hacerlos accesibles, y se explican los desafíos que implica la integración de estas tecnologías para promover una educación accesible. En conclusión, se invita a reflexionar sobre el avance tecnológico en el campo de la accesibilidad, la realidad virtual y la inteligencia artificial, ya que el acceso a estas tecnologías sigue siendo limitado en la vida cotidiana y, en particular, en las instituciones educativas.</p>
<p>Palabras clave Accesibilidad académica, ceguera, educación superior, tecnologías de asistencia.</p>	<p>Abstract The article presents the results of identifying technologies that can contribute to ensuring that people with visual impairments exercise their right to education under equitable conditions. The importance of understanding and leveraging technology to improve quality of life is addressed, emphasizing the relevance of assistive technology (AT) to enhance the skills of all people, especially those who are pursuing higher education. For analysis, ATs are classified into two categories: those oriented towards tactile perception and those that reinforce hearing, considering their classification as typhlotechnology (technology designed for people with blindness) or typhlorandom (technology that has proven useful for people with blindness). The study focuses on the Polytechnic University of Santa Rosa Jáuregui (UPSRJ), a public Mexican university with a technological focus that offers relevant higher education to students with various life conditions, both in person and at a distance in postgraduate studies. The importance of adapting resources and teaching materials to make them accessible is highlighted, and the challenges of integrating these technologies to promote accessible education are explained. In conclusion, it invites reflection on technological advancement in the field of accessibility, virtual reality, and artificial intelligence, as access to these technologies remains limited in everyday life and in educational institutions.</p>

¹ Doctora en Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, Email: evazepga@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8296-1187>

Introducción

La tecnología se asocia comúnmente con la modernidad, pero la historia demuestra que desde los albores de la humanidad se han utilizado tecnologías para superar las limitaciones del cuerpo humano y potenciar sus capacidades físicas y mentales. Un ejemplo temprano de tecnología fue el uso de herramientas de piedra por parte de los primeros humanos para cazar y recolectar alimentos. A medida que el ser humano avanza en su dominio de la naturaleza, la tecnología le acompaña para potenciar y complementar sus habilidades. Por eso, es importante recordar que:

La tecnología es la aplicación coordinada del conjunto de conocimientos (ciencia) y habilidades (técnica) para crear un producto tecnológico artificial (creado por la humanidad) o desarrollar una idea con el fin de resolver un problema técnico o satisfacer necesidades del ser humano (Torres Búa, 2014).

Sin embargo, algunas tecnologías conllevan evidentes contradicciones, sobre todo en el ámbito de la educación. Por ejemplo, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) ofrecen oportunidades para generar experiencias de aprendizaje mejoradas, pero su integración implica la transformación del personal docente y de las instituciones educativas que aún funcionan “sobre su estructura tradicional, ejerciendo control y vigilancia con normas que correspondieron a otros tiempos, espacios y sujetos” (Tocarruncho Ramos y Velandia Moncada, 2023, pág. 66).

Recientemente, la Inteligencia Artificial (IA) ha demostrado potencial para transformar la educación. Sin embargo, existen serias discusiones éticas en torno a su implementación y uso. Recordemos que la inteligencia artificial pretende replicar la capacidad humana de percepción, razonamiento y aprendizaje, no solo ante el avasallante cúmulo de información, sino de las propias limitaciones del cuerpo y la mente para aprovechar toda la información disponible.

Como en su momento mencionó Marshall McLuhan (1964), las tecnologías se añaden a lo que ya somos y también tienen la potencialidad de transformar lo que somos. Esa transformación a la que se refería McLuhan opera tanto en forma positiva como negativa. Si bien la tecnología permite superar nuestras limitaciones y mejorar nuestras capacidades y calidad de vida, también puede tener efectos negativos sobre nuestras propias capacidades. A medida que la tecnología avanza, se vuelve más difícil prever sus consecuencias a largo plazo y, al mismo tiempo, se vuelve forzoso saber cómo sacar máximo provecho de ella para mejorar la calidad de vida.

Cómo negar los beneficios de algunas tecnologías cuando ellas comportan nuevas oportunidades para ganar autonomía, control, seguridad, dignidad y justicia social en personas con *discapacidad*. La tecnología de asistencia les permite realizar aquellas actividades que les están restringidas y, al mismo tiempo les permite transformar su propio ser al posibilitar su autodeterminación. Es como dice la ANUIES (2022): las tecnologías de asistencia favorecen el acceso a una vida digna e independiente; les hace posible la realización de elecciones y toma de decisiones relativas a su vida, libres de toda influencia o interferencia externa excesiva.

La Tecnología de Asistencia (TA) o tecnología de apoyo es una categoría amplia que abarca todos los sistemas y servicios relacionados con la utilización de productos de asistencia y la prestación de servicios relacionados (WHO, 2023). La TA engloba dispositivos físicos, software y hardware diseñados para mitigar los obstáculos derivados de las habilidades personales o de entornos excluyentes. Ejemplos de TA incluyen audífonos, anteojos, prótesis, sillas de ruedas, audiolibros, implantes cocleares, teclados para una mano, asistentes de voz y otros dispositivos que potencian las fortalezas personales. Para las personas con alguna

condición o situación de vida que impacta su capacidad para realizar actividades cotidianas, la tecnología de asistencia reduce la dependencia de servicios de apoyo o cuidadores. La Organización Mundial de la Salud (OMS) destaca:

La finalidad principal de estos productos es conservar o mejorar las funciones y la autonomía de las personas y, de este modo, promover su bienestar. Esas ayudas permiten a las personas llevar una vida digna, sana, productiva y autónoma, así como estudiar, trabajar y participar en la vida social (OMS, 2022).

Existen tecnologías orientadas a facilitar la movilidad, la comunicación, la visión y la audición. Incluso hay TA para acceder a otras tecnologías. En el caso de personas con ceguera, la TA se enmarca en la potenciación del tacto, en el impulso de las habilidades hápticas y en el uso del oído para aprehender el mundo.

En el ámbito educativo, las tecnologías de asistencia pueden mejorar el acceso y la participación de cualquier persona. Sin embargo, a pesar de su potencialidad, las instituciones de educación superior (IES) o quienes realizamos actividades de docencia no siempre consideramos estas tecnologías como parte de nuestra actividad cotidiana, lo que puede crear nuevas formas de exclusión.

En este marco, este artículo tiene el propósito de identificar las tecnologías que pueden contribuir a que personas con ceguera realicen su derecho a la educación en condiciones equitativas. La palabra tecnologías se usa en sentido amplio: hace referencia al conjunto tanto de dispositivos como de conocimientos, habilidades, métodos y procedimientos para realizar determinadas actividades. “Pueden entenderse como la aplicación práctica del conocimiento generado por la ciencia” (EcuRed, 2022).

Materiales y métodos

La realización de esta investigación se dio en el contexto de la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui (UPSRJ), una universidad pública mexicana con enfoque tecnológico que lleva más de diez años dedicada a ofrecer educación superior pertinente a estudiantes con ceguera, debilidad visual, sordera, hipoacusia y discapacidad motriz en la modalidad presencial.

En sus instalaciones, la UPSRJ dispone de infraestructura física para el acceso de personas con las condiciones de vida mencionadas. Cuenta con una sala tiflotécnica, intérpretes de lengua de señas mexicana y personal calificado para brindar apoyo socioemocional. Actualmente, la universidad está expandiendo el servicio a la modalidad a distancia, particularmente en posgrado.

El ingreso a la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de estudiantes con ceguera dio oportunidad para explorar la accesibilidad en la modalidad a distancia (este posgrado se imparte únicamente en modalidad en línea). En la cohorte de agosto de 2022 ingresaron 9 estudiantes, dos con ceguera; en 2023 ingresaron 8 estudiantes, una con ceguera.

La maestría se desarrolla en cursos sabatinos, con sesiones síncronas de 4 horas. Para la realización de este ejercicio se tomó como base la asignatura de Planeación Didáctica y se adaptó la plataforma Moodle en la versión 3.9.18, con el tema Clásico.

Las acciones se centraron en identificar las tecnologías de asistencia utilizadas por las estudiantes, así como aquellas disponibles para acceder a la información durante las sesiones en vivo, colaborar en trabajos grupales y acceder a los materiales a través de la plataforma. También se exploraron las tecnologías con potencial para su uso en el ámbito educativo. Para quienes nos dedicamos a la docencia, comprender las tecnologías de asistencia y su potencialidad nos permite determinar las características que deben tener los materiales didácticos para garantizar su accesibilidad.

Las tecnologías se clasificaron en dos categorías: aquellas orientadas a la percepción táctil y las que refuerzan la audición. También se consideró su clasificación como tiflotecnología y *tiflorandom*, entendiendo que estas categorías afectan su disponibilidad. Además, se tuvieron en cuenta los desafíos que implica para el personal docente y las instituciones educativas integrarlas como parte de las tecnologías que promueven una educación accesible.

La tiflotecnología se refiere al “conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a las personas con ceguera o discapacidad visual grave los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología” (ONCE, 2022). La tiflotecnología se compone de “todos aquellos dispositivos y programas, hardware y software, específicamente diseñados para hacer accesible a los ciegos la tecnología de la información” (Martín Andrade, 2014), entre ellos se pueden ubicar, las lupas electrónicas, las impresoras de Braille o las líneas de Braille. Se trata de accesorios adaptables que se conectan de forma periférica a computadoras de escritorio o a dispositivos móviles.

Algunas tecnologías no fueron originalmente concebidas para satisfacer las necesidades de personas con ceguera. No obstante, sus características han sido útiles para quienes tienen esta condición de vida. Estas tecnologías, agrupadas bajo el término *tiflorandom*, se han integrado incluso en dispositivos móviles y computadoras. La palabra *random*, de origen inglés y traducida como "aleatorio" o "al azar", subraya que estas tecnologías no fueron inicialmente diseñadas con el propósito de atender a personas con ceguera, pero han evolucionado de manera fortuita para fortalecer sus habilidades. Entre estas herramientas se encuentran los lectores de pantalla, grabadoras de voz y la conversión de texto a voz, entre otras tecnologías basadas en IA, que facilitan significativamente el acceso y distribución de información.

Resultados y discusión

Tecnologías basadas en la percepción háptica

La percepción háptica se define como la capacidad humana de obtener información sobre el entorno a través del tacto y la manipulación de objetos y superficies. En este proceso, “los elementos táctiles y kinestésicos se fusionan para brindarnos información precisa sobre los objetos y la materialidad que nos rodea, empleando el sentido del tacto de manera intencionada, activa y voluntaria” (Rubilar Medina, 2019, pág. 91).

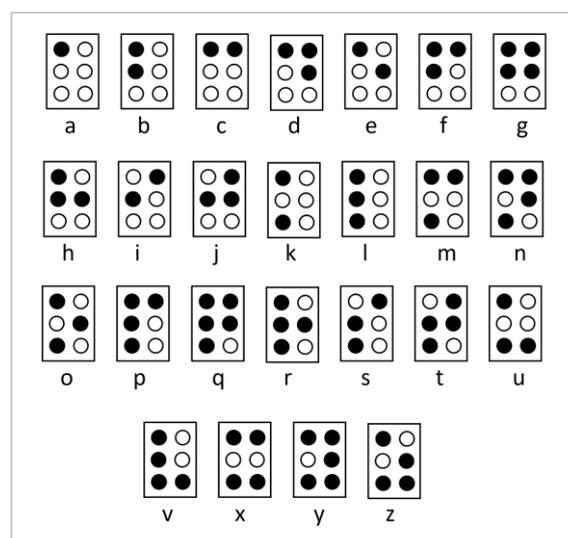


Figura 1
Alfabeto braille

Un ejemplo destacado de percepción háptica es el sistema Braille, utilizado para lectura y escritura. La base del Braille consiste en seis puntos inscritos en un rectángulo. La combinación de puntos permite 64 combinaciones diferentes para representar letras, números y otros caracteres. La lectura se realiza deslizando los dedos sobre el papel o dispositivo braille para percibir la configuración y posición de los puntos.

Para leer una letra se identifica el relieve (en la Ilustración 1, el punto negro representa el relieve). La letra 'a' está representada por un punto colocado en la parte superior izquierda del rectángulo. La letra 'b' está simbolizada por dos puntos colocados en la misma columna de la casilla. Así las varias combinaciones hasta completar todo el abecedario y los diferentes caracteres.

A pesar de que el Braille es el sistema de comunicación escrito para personas con ceguera, no todas lo conocen o utilizan, sin que esto signifique que carezca de importancia. Entre otras razones, la lectoescritura braille conlleva procesos mentales básicos y superiores esenciales para las personas con ceguera.

De acuerdo con Martínez-Liebana y Polo Chacón (2004), el Braille “Es, ante todo, un medio de comunicación alternativo a la visual, que pone en marcha mecanismos psíquicos y neurofisiológicos por completo diferentes a los implicados en la lectoescritura convencional a través del sentido de la vista” (pág. 9). El Braille requiere un alto nivel de coordinación táctil y manual, habilidades que están vinculadas con la destreza motora fina y fomenta el desarrollo del lenguaje y la ortografía. Además, demanda una gran atención para identificar los patrones de puntos, distinguir las letras y recordarlas para formar palabras, frases y comprender la idea global.

El sistema Braille se escribe utilizando una regleta (funciona como los renglones), un punzón y una hoja especial. La regleta está compuesta por hileras de celdas rectangulares, cada celda representa el espacio para un carácter. Siguiendo la guía de la regleta, se utiliza el punzón para perforar en la hoja los puntos correspondientes al carácter deseado. Al escribir con el punzón y la regleta, las perforaciones en la hoja se realizan de derecha a izquierda (es decir, se escribe al revés), para que, al voltear la hoja, la palabra quede lista para ser leída de izquierda a derecha.

Esta tecnología manual puede ser reemplazada por una tecnología mecánica, la máquina braille (máquina Perkins), que se utiliza de manera similar a las máquinas de escribir de antaño. La máquina contiene seis teclas principales, cada tecla representa un punto en la celda braille. La persona presiona las teclas en la combinación que representa el carácter deseado. A medida que presiona las teclas se va perforando la hoja en las ubicaciones correspondientes. La diferencia con la regleta es que aquí se escribe de izquierda a derecha y no hay necesidad de invertir la hoja cuando se lea.

La percepción háptica facilita la interacción con el entorno y amplía las posibilidades de aprendizaje, pero al ser tecnología para personas con ceguera, el mercado no es suficientemente amplio para la producción masiva y la reducción de costos. Las regletas y el punzón para escribir en Braille son relativamente económicas, no así las hojas, que son más gruesas y su costo es superior a una hoja convencional. Algo similar ocurre con la Máquina Perkins, cuyo costo es el equivalente a una computadora portátil.

Aunque la regleta y la impresora pueden ser tecnologías básicas para las personas con ceguera, el costo y el tiempo que se requiere para emplearlas no son apropiados para estudiantes universitarios, al menos para estudiantes de la UPSRJ.

Si se decide utilizar el sistema Braille, las líneas y pantallas braille actúan como puente entre lo digital y lo táctil. Estos dispositivos siguen el mismo principio que las tecnologías

anteriores: permiten la salida de contenido en código braille desde cualquier computadora, tableta, teléfono inteligente u otros dispositivos electrónicos.

Una pantalla braille refrescable es un dispositivo electromecánico para mostrar los caracteres braille, normalmente por medio de clavijas de punta redonda que se elevan a través de perforaciones en una superficie plana. Las clavijas se ajustan para formar los caracteres braille mediante electroimanes controlados por células braille electrónicas. Los caracteres se actualizan subiendo o bajando la(s) patilla(s) correspondiente(s) para formar el siguiente carácter del texto (TechEdu, 2023).

Las anteriores son tecnologías empleables en educación, pero no son económicamente accesibles. Una posibilidad de reducir los precios es a partir de su empleo en otros campos como la realidad virtual aplicada a los videojuegos, en donde se recurre a experiencias táctiles realistas para lograr una mayor inmersión. Otra posibilidad es el respaldo de empresas y/o gobierno para tener estos recursos en las instituciones educativas.

En este mismo orden de tecnologías táctiles están las impresoras 3D, que se han convertido en uno de los avances tecnológicos con mayor protagonismo en los últimos años. La precisión con la que una impresora 3D reproduce un objeto depende de la calidad de la impresora y del tipo de tecnología empleada, estas dos condiciones están asociadas con los costos de esos equipos. Además de las características y costo de la impresora, se encuentran las características y el costo de los materiales de impresión. Es decir, las impresoras 3D pueden reproducir objetos con alto nivel de detalle, sin embargo, dependerá de la calidad de la impresora y de los materiales de impresión.

Las impresoras 3D ofrecen una amplia variedad de aplicaciones en distintos sectores. En el entorno empresarial, se emplean para la creación rápida de prototipos a escala antes de la producción masiva. En el ámbito médico, se utilizan para la generación de modelos anatómicos y prótesis personalizadas. En arquitectura, son herramientas para producir maquetas detalladas. Uno de los aspectos más destacados del creciente uso de las impresoras 3D es la potencial reducción de costos. Así, es posible pensar en la impresión en 3D de objetos que se convierten en materiales didácticos beneficiosos no solo para estudiantes con ceguera, sino para cualquier estudiante.

Otras tecnologías, actualmente integradas en teléfonos inteligentes y videojuegos, ofrecen un potencial significativo para mejorar el acceso de las personas con ceguera a nuevos conocimientos. La función de vibración en los teléfonos, utilizada para evitar el sonido, es familiar para muchos usuarios, pero en el ámbito de los videojuegos, la vibración se emplea para simular experiencias inmersivas, como explosiones o impactos.

La realidad virtual (RV) es una tecnología que ha adquirido gran relevancia. Según Iberdrola (2023), la RV crea un entorno de escenas y objetos de apariencia real generados mediante informática, lo que proporciona al usuario la sensación de estar inmerso en dicho entorno. En el caso de personas con ceguera, la RV puede recrear entornos virtuales que les permiten explorar y experimentar a través de estímulos táctiles y auditivos. Además, la RV puede facilitar entornos educativos interactivos, para explorar conceptos abstractos mediante representaciones tridimensionales y sonidos. Como se puede apreciar, estas tecnologías tienen el potencial de transformar la educación para personas con ceguera y ofrecen experiencias de aprendizaje inmersivas, accesibles e interactivas para cualquier persona. ¿Serán parte del futuro de la educación?

Tecnologías basadas en el sentido del oído

Existen tecnologías que facilitan la adquisición de información mediante el sentido auditivo. Estas tecnologías han experimentado una importante diversificación gracias a los

avances en las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y la IA (Inteligencia Artificial). Estas TA se fundamentan en el uso de la voz y el oído para facilitar la comunicación y la navegación, como es el caso de los lectores de pantalla, los asistentes de voz, los sistemas de lectura y escritura por voz y las aplicaciones de navegación.

Los lectores de pantalla son programas que convierten el texto escrito en audio. Leen el texto de la pantalla de un teléfono inteligente, una tableta o computadora y proporcionan una representación verbal. Los lectores de pantalla permiten navegar entre aplicaciones, sitios web o documentos. La usabilidad y alcances de los lectores de pantalla depende de la marca, de su disponibilidad y de la persona usuaria.

JAWS (Job Access With Speech) “es el lector de pantalla más popular del mundo, desarrollado para usuarios de computadora cuya pérdida de visión les impide ver el contenido de la pantalla o navegar con el mouse” (Freedom Scientific, 2023). Se trata de un lector de pantalla de pago que tiene disponible una versión gratuita. Gratis o de pago, JAWS funciona en sistemas operativos de Microsoft Windows en computadoras o tabletas y ofrece la posibilidad de navegar por Internet y por paquetería como hojas de cálculo, procesadores de textos y bases de datos; hace viable que las personas con ceguera puedan utilizar dispositivos que funcionan con Windows.

NVDA (Non Visual Desktop Access) es un lector de pantalla de código abierto desarrollado por NV Access, una organización sin fines de lucro que se dedica a desarrollar y promover software de código abierto para personas con ceguera (NVDA en español, 2023). Este software, al igual que JAWS, funciona en computadora o tabletas y proporciona una voz que permite la lectura y redacción de documentos en Word, el uso de correo electrónico a través de Outlook, y la lectura de hojas de cálculo en Excel. La principal dificultad para su uso es que para controlarlo se tiene que mover el cursor donde se encuentra la información (NVDA en español, 2023).

Lo destacable de NVDA es que no requiere hardware especial más allá de los componentes regulares del sistema operativo. Sin embargo, las usuarias señalan que puede ser un poco lento en la lectura de información, una desventaja importante cuando se trata de ser eficientes en el desempeño académico. No obstante, su principal ventaja radica en su gratuidad, ya que no es necesario un proceso de instalación.

Cabe mencionar que, para una persona con ceguera, la lectura con velocidad regular o incluso con una velocidad al doble de lo regular, suele ser lenta. Supondríamos que es similar a cuando leemos en voz alta y cuando leemos en silencio. Al leer en voz alta, la velocidad es menor y, cuando leemos en silencio suele ser a mayor velocidad.

JAWS o NVDA posibilitan la introducción de información en dispositivos mediante la voz, prescindiendo del uso del teclado. A medida que se dicta, las palabras se despliegan progresivamente en la pantalla. Estos sistemas utilizan algoritmos y reglas predefinidas para ajustarse al tono y estilo de habla de la persona usuaria, lo que resulta en una mejora notable en la precisión del dictado. Lo anterior no quiere decir que sea la vía o el mecanismo que prefieran las personas usuarias ya que, al parecer aún no tienen buen reconocimiento de la voz y no siempre escriben lo que se les dicta.

A pesar de ello, los lectores de pantalla anteriores ofrecen la posibilidad de atender instrucciones para abrir, corregir, guardar o cerrar documentos. Esto añade flexibilidad y eficiencia al uso de estas herramientas, permitiendo una interacción más intuitiva y una mayor versatilidad en la realización de tareas.

Aun con las fortalezas de los lectores de pantalla en computadoras o tabletas, las tres estudiantes con ceguera prefieren el uso del teléfono celular, tanto para acceder a la información

como para realizar sus actividades académicas. TalkBack es una aplicación que está incluida en los dispositivos Android. VoiceOver es el lector de pantalla para dispositivos Apple.

De acuerdo con sus usuarias, con VoiceOver “pueden hacer prácticamente todo”, desde leer un texto hasta escribirlo en el celular y en todas las aplicaciones, incluyendo WhatsApp. Una de las facilidades que las estudiantes declaran haber encontrado en VoiceOver es la descripción de los elementos que se despliegan en la pantalla, como menús, íconos y mensajes. Otra de las ventajas que encuentran en VoiceOver es la posibilidad de configurar gestos; es decir, configurar movimientos o toques específicos sobre la pantalla para realizar acciones (como accesos rápidos) o interactuar con el dispositivo. Además, VoiceOver tiene su versión para iPhone, iPad y computadoras

Los navegadores web también incluyen lectores de pantalla; sin embargo, su eficiencia no es tan buena como la de los lectores anteriores. Suelen ser herramientas muy accesibles pues no requieren más que alguna extensión del navegador e incluso, algunas ya ni la extensión. El problema es que su funcionalidad es limitada pues no se pueden personalizar y no son compatibles con aplicaciones fuera del navegador. Incluso, algunos lectores de pantalla no son compatibles con determinados sitios web.

De hecho, las estudiantes del Posgrado señalan que no utilizan los lectores de pantalla de los navegadores pues requieren que alguna persona les ayude a configurarlos, además de que solo funcionan en el navegador específico. Más aún, no intentan utilizar esos lectores de pantalla pues suelen entrar en conflicto con los dos más empleados: TalkBack y VoiceOver, dependiendo del sistema que utilicen.

A pesar de sus limitaciones, los lectores de pantalla incorporados en los navegadores ofrecen una forma valiosa de acceder al contenido en línea para cualquier persona. Por ejemplo, Fire Vox es una extensión para Firefox que facilita la lectura del texto en pantalla. Además de las funciones convencionales de un lector de pantalla, Fire Vox permite identificar elementos como encabezados, enlaces e imágenes. Por otro lado, ChromeVox se integra directamente en Google Chrome. Asimismo, tanto el lector inmersivo de Microsoft Edge como el VoiceOver de Safari ejemplifican lectores de pantalla que se encuentran integrados en navegadores web.

Ciertos lectores de pantalla ofrecen la capacidad de transformar el contenido de una página web en información audible. Estas herramientas permiten a las personas usuarias navegar fácilmente entre encabezados y enlaces, facilitando la experiencia de lectura. Algunos lectores de pantalla avanzados incluso pueden interpretar imágenes o leer descripciones proporcionadas por los desarrolladores web. Es fundamental destacar que, para habilitar esta última función, las páginas web deben ser desarrolladas siguiendo los estándares de *Accesible Rich Internet Applications* (ARIA), una serie de especificaciones de programación para mejorar la accesibilidad. Además, con el objetivo de mejorar la usabilidad, los lectores de pantalla suelen incorporar combinaciones de teclas de acceso rápido que agilizan la navegación y el control del contenido.

Otra tecnología relevante son los asistentes de voz, cuya popularidad ha crecido considerablemente con el auge de los teléfonos inteligentes. Estos programas, basados en inteligencia artificial, están diseñados para interactuar con las personas usuarias a través del habla. Su objetivo abarca desde responder preguntas y realizar búsquedas en Internet hasta enviar mensajes en formato de voz o texto y ejecutar comandos vocales.

Entre los asistentes más reconocidos están Siri (Apple), Google Assistant (Google), Alexa (Amazon), Cortana (Microsoft) y Bixby (Samsung). Esta tecnología funciona con base en el procesamiento de lenguaje natural y aprendizaje automático. A medida que se va interactuando con ellos, ‘comprenden’ mejor las palabras y los comandos, ajustándose a los

intereses de la persona usuaria. Sus posibilidades de uso y acceso son buenos pues es una *tiflorandom*; es decir, no fueron creadas para personas con ceguera sino para el público en general y su consumo es abierto.

Los audiolibros son una forma de tecnología de asistencia. El contenido de los libros se presenta en formato de audio, convirtiéndose en una alternativa a la lectura tradicional mediante la vista. La desventaja de esta tecnología es que muchos de los textos empleables en el ámbito educativo no están disponibles en esta modalidad. Aunque, alrededor del mundo existen bibliotecas y audiotecas que trabajan con organizaciones y comunidades de personas con ceguera para disponer los textos necesarios. También hay editoriales y autores que contribuyen a crear libros en formatos accesibles.

Tap See es una tecnología de asistencia que, a través de la cámara de un dispositivo inteligente (celular, tableta, laptop) identifica objetos y los describe. Esta aplicación utiliza inteligencia artificial para reconocer los objetos y procesar las imágenes en tiempo real. Es tan sencillo como tomar la foto, desde cualquier ángulo y en cualquier condición y la IA se encargará de describir la imagen. Tap See está disponible en dispositivos que emplean iOS (iPhone Operating System) y Android (TapTapSee, 2024).

Color ID es un identificador de color que se utiliza con dispositivos móviles que disponen de una cámara. La función principal de esta aplicación es identificar los colores en tiempo real sin realizar una foto (TuexpertoAPPS, 2017). La descripción que proporciona en forma auditiva es sobre los colores del entorno. Si bien puede pensarse en una aplicación que ayuda principalmente en el hogar para las actividades cotidianas, la aplicación también es utilizable en el ámbito educativo, dependiendo del área.

Otras tecnologías abarcan varios sistemas de los mencionados hasta ahora. OrCam MyEye es el mejor ejemplo. Esta tecnología está basada en inteligencia artificial y su finalidad es proporcionar información auditiva sobre el entorno. Este dispositivo, que se adhiere a los anteojos de la persona usuaria, cuenta con un sensor óptico capaz de capturar texto, rostros e imágenes. Luego, esta información se transmite a través de audio mediante una conexión Bluetooth con altavoces o auriculares (OrCam, 2023). En esencia, el dispositivo, anclado a unos anteojos, replica la función visual al leer texto impreso en cualquier material, reconocer rostros, identificar personas objetos y escenas para describirlos, facilitando a las personas con ceguera ubicar lo que les rodea.

Alcances y limitaciones de la TA

Herramientas como las descritas son ejemplo de tecnologías que pueden potencializar nuestras propias habilidades y ayudarnos a superar barreras. Sin embargo, las tecnologías no son la solución en sí mismas. Para hacerlas accesibles es necesario que existan las condiciones contextuales. Por ejemplo, algunos lectores de pantalla no son compatibles con algunos navegadores e incluso con algunos sitios web o aplicaciones, esto debido a que estos recursos no están diseñados para ser accesibles.

La accesibilidad es el término utilizado para definir el grado con el que las personas logran acceder a los entornos, a los productos y a los servicios; permitiendo a éstas relacionarse con sus tres formas básicas de actividad humana: movilidad, comunicación y comprensión. La accesibilidad proporciona flexibilidad al acomodarse a las necesidades de cada usuario y está dirigida a que el sistema esté elaborado al más amplio número de estos, indiferentemente de las limitaciones propias del individuo o de las derivadas del contexto de uso (OLAAC, 2023).

Actualmente, tanto por determinación de las empresas como por disposiciones legales y estándares para promover la accesibilidad web, existe un interés importante para hacer sitios

web accesibles. Las Directrices de Accesibilidad Web (WCAG) del World Wide Web Consortium (W3C, 2023) son un ejemplo de ellas. En Estados Unidos y la Unión Europea hay incluso leyes que exigen que las páginas web sean accesibles. Estas medidas tienen como fin hacer conciencia pública del derecho de todas las personas.

En México, algunas entidades gubernamentales han adoptado esta normativa para asegurar que los sitios web y las aplicaciones sean accesibles y cumplan con la Norma. En ese sentido operan organizaciones como el Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED) y el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de personas con Discapacidad (CONADIS).

Así como se ha trabajado para que los sitios web y aplicaciones de entidades gubernamentales sean accesibles, algunas instituciones educativas trabajan para que sus sitios web y sus plataformas sean accesibles; sin embargo, esta no es una tarea sencilla ni económica. Además de seguir las normas de accesibilidad, se requiere la capacitación del personal académico, técnico y de soporte para crear contenidos y recursos en línea que sean accesibles en un formato universal y sean adaptables a condiciones específicas, de acuerdo con las necesidades del estudiantado.

Ahora bien, la persona desarrolladora web puede seguir los lineamientos de la W3C y generar una plataforma de aprendizaje (*LMS, Learning Management System*); sin embargo, los materiales y recursos didácticos seleccionados por el personal docente creador de contenidos también debe ser accesible. Por ejemplo, los documentos en formato PDF (Portable Document Format), que son muy frecuentes como materiales de aprendizaje deben ser preparados para ser accesibles y permitir una lectura efectiva a través de lectores de pantalla.

Una consideración primordial consiste en proporcionar a los estudiantes archivos en formato Word, si no es posible, entonces hacerlo en PDF editable, facilitándoles así la capacidad de personalizar el contenido según sus necesidades individuales. Existen algunos convertidores de PDF a Word, como es el propio Acrobat o aplicaciones en línea como Online Convert. Este último puede convertir a Word archivos PDF capturados inicialmente en forma de imagen. A diferencia de Acrobat, Online Convert conserva mejor el texto sin caracteres 'extraños'. En el caso del posgrado, facilitamos los textos tanto en PDF como en Word.

Otra de las consideraciones para la accesibilidad son las imágenes. En caso de que el documento contenga imágenes o gráficos, es imperativo incluir descripciones con texto alternativo. Esto permite a los lectores de pantalla comunicar de manera precisa el contenido visual. Parte del problema es que, como docentes, a veces no estamos habituados a hacer descripciones. En estos casos la IA también puede apoyar. Copilot de Bing tiene la opción de ingresarle imágenes. Se le puede solicitar que describa la imagen indicándole que el fin es hacerla accesible a personas con ceguera. Brindará una descripción suficiente que puede ser enriquecida.

La estructura de los encabezados también juega un papel importante en la lectura del texto. Estos deben seguir una jerarquía lógica, alineándose con el contenido para facilitar la comprensión. También se recomienda eliminar las notas a pie de página, especialmente si son extensas, con el fin de optimizar la accesibilidad. Es decir, si parte de nuestro material didáctico son textos, necesitamos adoptar prácticas de diseño que prioricen la accesibilidad. Un archivo en Word o PDF editable no solo beneficia a personas usuarias de lectores de pantalla, sino que también mejora la experiencia general de lectura a cualquier persona, promoviendo así una mejor comprensión y participación en la construcción de sus conocimientos.

Como se puede apreciar, la accesibilidad no se limita únicamente a la responsabilidad de las personas usuarias, programadoras o al uso de TA. Resulta imperativo que los contenidos

digitales sean configurados con características específicas que permitan a la tecnología cumplir eficientemente su función, asegurando un acceso viable para todas las personas. En esencia, se trata de diseñar los contenidos considerando la diversidad de las audiencias para garantizar una experiencia equitativa.

Como personal docente, el conocimiento y empleo de TA puede mejorar nuestra actividad profesional y hacer posible la aplicación de las políticas de *inclusión*. Sin embargo, más allá de estas acciones, es crucial reconocer tanto las capacidades de la TA como sus limitaciones. Esto adquiere especial importancia al asignar tareas ya que nos permite planificar y proponer actividades de manera consciente, teniendo en cuenta las posibilidades y restricciones inherentes a la tecnología y a las habilidades y cualidades del estudiantado.

Es un círculo potencialmente virtuoso, en la medida que más personas con ceguera puedan acceder a estudios universitarios, más posibilidades de sensibilización en estudiantes, docentes y personal administrativo. En este sentido conviene mencionar que, en los cursos del posgrado, la preparación de exposiciones en equipo, desarrollo de diapositivas y otras actividades que demandaban la participación en foros fueron bien recibidas y coordinadas de acuerdo con las fortalezas de estudiantes con y sin ceguera. La sensibilidad y cooperación incrementan notablemente.

En cualquier caso, la tecnología continúa avanzando en el campo de la accesibilidad, en la realidad virtual y, en general, en experiencias inmersivas y todas aquellas que aprovechan la inteligencia artificial. Tecnologías como las descritas dan fe de cómo la tecnología puede marcar una diferencia positiva. Sin embargo, a pesar de lo prometedoras que parecen algunas de esas herramientas, el acceso a ellas es limitado en la vida regular y en los ámbitos académicos más. La primera dificultad deriva del desconocimiento de su existencia, enseguida están los elevados costos de algunas de ellas, la disponibilidad en el país, la falta de subsidios, el desinterés del personal docente y/o la falta de asesoría por parte de las personas expertas en su uso.

Las personas que realizamos actividades dentro del campo de la educación solemos no estar familiarizadas con las tecnologías de asistencia para personas con ceguera, entre otras causas porque el acceso a la educación de personas con esta condición de vida ha estado limitado por el propio sistema educativo y, cuando ha sido menester brindar el servicio, son las áreas de apoyo las encargadas de atenderlas o, simplemente se espera que se adapten a lo que tenemos para ofrecerles.

Por otra parte, el personal docente universitario, al menos en México, suele carecer de formación didáctico-pedagógica, lo anterior significa que no siempre cuenta con estrategias didácticas que le permitan trabajar con la diversidad de estudiantes, menos aún con estudiantes con alguna condición de vida asociada con discapacidad. Además de que, con “la actual generación netamente tecnológica hace que los docentes universitarios tengan que incorporarse al ambiente virtual, incluyendo en su formación las competencias digitales” (Salazar Farfán, 2021), sin que esto se cumpla a cabalidad.

En términos monetarios, de acuerdo con estudios recientes, la gran limitante del desarrollo de tecnología de asistencia para personas con ceguera o debilidad visual es el costo económico:

Fue posible identificar los grandes avances que se han generado en cuanto a las tecnologías para el acceso a la información por parte de las personas con discapacidad visual durante la última década, iniciando con el desarrollo de hardware como escáneres, teclados braille, lupas manuales y electrónicas, grabadoras y reproductores digitales

cuya gran limitante en el caso de los países de América Latina continúa siendo su alto costo de importación (Ferrucho Cardona, 2021, pág. 41).

Esto implica que, si bien el desarrollo tecnológico para potenciar la percepción háptica y el oído ha ido en incremento, el costo lo aleja de las personas que pudieran necesitarlo. El mercado de la tiflotecnología, en relación con otras tecnologías es marcadamente menor, lo que implica escasa demanda y escaso interés de las empresas para generarlas. Las empresas que llegan a producirlas lo hacen a costos elevados. Lo anterior se suma a que “muy pocos países del mundo han formulado una política o programa nacional de tecnología de asistencia o apoyo y, por lo tanto, estos productos se expenden en el sector privado” (OMS, 2022).

Si se considera que la ceguera y la debilidad visual van en aumento a nivel mundial, puede incrementar el interés de las empresas por fabricar y reducir los costos. Además, considerando que son las personas mayores de 50 años quienes principalmente se enfrentan a la pérdida de la visión, se convierte en un problema de salud pública que alienta a la creación de condiciones que no disminuyan la calidad de vida de las personas conforme incrementa la edad. De acuerdo con las agencias internacionales, una alternativa es la participación de los gobiernos tanto para facilitar su importación a un costo accesible como para crear estas tecnologías en el país.

No es utópico imaginar realidades como las anteriores si se considera que en los últimos años ha habido interés de las agencias internacionales por dar acceso a la educación a todas las personas y, a nivel nacional ha habido importantes transformaciones en la legislación y, en la práctica, se ha impulsado la inclusión y la accesibilidad académica, situación que hace algunas décadas parecía imposible.

En el Artículo 1, Satisfacción de las necesidades básicas de aprendizaje, de la Declaración Mundial sobre Educación para Todos, la UNESCO (1990) planteó:

Cada persona -niño, joven o adulto- deberá estar en condiciones de aprovechar las oportunidades educativas ofrecidas para satisfacer sus necesidades básicas de aprendizaje. Estas necesidades abarcan tanto las herramientas esenciales para el aprendizaje (como la lectura y la escritura, la expresión oral, el cálculo, la solución de problemas) como los contenidos básicos del aprendizaje (conocimientos teóricos y prácticos, valores y actitudes) necesarios para que los seres humanos puedan sobrevivir, desarrollar plenamente sus capacidades, vivir y trabajar con dignidad, participar plenamente en el desarrollo, mejorar la calidad de su vida, tomar decisiones fundamentadas y continuar aprendiendo.

En 1994, en la Declaración de Salamanca las naciones firmantes se comprometían a promover una educación integradora para que las personas con necesidades educativas especiales pudieran tener acceso a las escuelas ordinarias, con pedagogías centradas en las personas con esas necesidades (UNESCO, 1994). En 2000, en el Foro Mundial sobre Educación para Todos (UNESCO, 2000) se adoptó el concepto ‘educación inclusiva’ y se reconocieron las diferentes condiciones de vida como parte de la diversidad humana.

En 2015, en la Agenda 2030 y los objetivos de Desarrollo Sostenible, en el Objetivo 4, la UNESCO propuso “Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje a lo largo de toda la vida para todos” (UNESCO, 2015).

A nivel nacional, en la Ley General para la inclusión de las personas con discapacidad (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2021), Capítulo III, Artículo 12, determina que la Secretaría de Educación Pública “promoverá el derecho a la educación de las personas con discapacidad, prohibiendo cualquier discriminación en planteles, centros educativos, guarderías o del personal docente o administrativo del Sistema Educativo Nacional”.

Conclusiones

La tecnología de asistencia ofrece importantes ventajas para las personas con ceguera que cursan estudios en el nivel superior. Al utilizar herramientas como lectores de pantalla, software de reconocimiento de voz y dispositivos táctiles, la tecnología de asistencia les permite acceder a la información académica de manera eficiente y efectiva. Esto no solo les brinda la oportunidad de participar plenamente en clases, actividades y evaluaciones, sino que también les permite realizar investigaciones, acceder a recursos en línea y colaborar con sus compañeros de manera independiente. Además, al promover la autonomía y la independencia, estas herramientas favorecen la creación de entornos de aprendizaje con comunidades universitarias sensibilizadas. Es decir, la tecnología de asistencia no solo derriba barreras, sino que también fomenta la participación y la equidad en la educación superior.

En cuanto a costos, es posible que, al existir la determinación para dar acceso a la educación a todas las personas, a lo largo de toda la vida, la demanda por las tecnologías de asistencia se vuelvan más accesible; sin embargo, “esto demanda repensar la escuela en su macro y microsistema, desde lo pedagógico, lo social lo humano, reconocer a cada estudiante y crear ambientes de aprendizaje que contribuyan a su desarrollo integral, participación y aprendizaje” (Pedraza Vargas, Mazo Cortés, & Velez Jiménez, 2023, pág. 38). Si bien ahora pudiera parecer difícil, en la medida en que más personas con estas condiciones de vida accedan a la educación superior, mayor será la posibilidad de convertir en una necesidad la adquisición de esas tecnologías, tanto de forma individual como para las propias instituciones educativas. Lo anterior implica la canalización de recursos de las universidades para la compra y mantenimiento de ese equipamiento.

Vale la pena considerar que no se trata solo de que las instituciones de educación superior se conviertan en consumidoras de esta tecnología, sino que en los propios espacios universitarios se incentive su investigación y desarrollo. Sería de suponer que, en la medida en que más personas con diversas condiciones de vida asociadas a la discapacidad tengan acceso a la educación, mayor será la interacción de la comunidad universitaria con estas realidades y mayor la sensibilidad ante estos modos de ser y estar en el mundo.

Agradecimientos

Este estudio forma parte del proyecto “Inclusión de personas con ceguera en la educación superior, modalidad en línea”, financiado por CONAHCYT-PRONACES. El proyecto tuvo como objetivo explorar las posibilidades que ofrecen los entornos virtuales para promover un acceso equitativo a la educación superior para personas con ceguera. El estudio se llevó a cabo en la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui. Agradecemos el apoyo brindado por ambas instituciones en el desarrollo de esta investigación.

Queremos expresar un reconocimiento especial y agradecimiento a las estudiantes, quienes han compartido generosamente sus conocimientos, permitiéndonos aprender cómo podemos crear materiales y recursos que nos ayuden a mejorar como docentes en entornos de aprendizaje diversos.

Referencias

- ANUIES. (3 de enero de 2022). *ANUIES*. Obtenido de Anuario Estadístico de la Población Escolar en Educación Superior: <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Cámara de Diputados del Congreso de la Unión. (2021). Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad. *Diario Oficial*.
- EcuRed. (agosto de 2022). *Educación*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Educación>

- Ferrucho Cardona, J. (2021). *Alternativas tecnológicas para el acceso de las personas con discapacidad visual a los archivos públicos en la ciudad de Medellín*. Antioquia.
- Freedom Scientific. (2023). *JAWS*. Recuperado el 10 de enero de 2024, de <https://www.freedomscientific.com/products/software/jaws/>
- Iberdrola. (2023). *Realidad virtual, la tecnología del futuro*. Obtenido de <https://www.iberdrola.com/innovacion/realidad-virtual>
- Martín Andrade, P. (23 de abril de 2014). *Alumnos con Discapacidad Visual. Necesidades y Respuestas educativas*. Obtenido de Sobre a deficiencia visual: http://www.deficienciavisual.pt/txt-alumnos_discapacidad_visual.htm#1.
- Martínez-Liévana, I., & Polo Chacón, D. (2004). *Guía para la Lectoescritura Braille*. Madrid: ONCE.
- McLuhan, M. (1964). *Comprender los medios de comunicación. Las extensiones del ser humano*. Paidós.
- NVDA en español. (2023). *¿Qué es NVDA?* Obtenido de <https://nvda.es/#content>
- OLAAC. (2023). *¿Qué es accesibilidad?* Obtenido de <https://olaac.org/sobre-el-observatorio/que-es-accesibilidad/>
- OMS. (2022). *Tecnología de asistencia*. Obtenido de Temas de salud: https://www.who.int/es/health-topics/assistive-technology#tab=tab_1
- ONCE. (2022). *Tiflotecnología, ¿qué es?* Obtenido de <https://www.once.es/servicios-sociales/tecnologiayrecursosadaptados/tiflotecnologia#:~:text=Nace%20entonces%20el%20concepto%20de,correcta%20utilizaci%C3%B3n%20de%20la%20tecnolog%C3%ADa.>
- Orcam. (2023). *OrCam MyEye*. Recuperado el 2 de febrero de 2024, de <https://www.orcam.com/es-mx/orcam-myeye>
- Pedraza Vargas, S. F., Mazo Cortés, J. M., & Velez Jiménez, D. (2023). Espacios Incluyentes: respuesta emocional del docente frente a la demanda interaccional. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 37-46. doi:<https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i8.083>
- Rubilar Medina, J. E. (2019). Percepción háptica, objetos y repertorios visuales: una experiencia para repensar la materialidad en educación artística infantil. *Revista Communiars*, 88-97. Obtenido de https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/100691/02_08_REVISTA_COMMUNIARS_RUBILAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=La%20percepci%C3%B3n%20h%C3%A1ptica%20es%20el,Heller%20y%20Ballesteros%2C%202006.
- Salazar Farfán, M. d. (2021). Competencias Digitales en la docencia universitaria. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 95-101. doi:<https://doi.org/10.53595/rlo.v1.i2.026ISSN: 2789-0309>
- TapTapSee. (6 de febrero de 2024). Obtenido de Assistive Technology for the Blind and Visually Impaired: <https://taptapseeapp.com/>
- TechEdu. (2023). *Pantalla Braille refrescable*. Recuperado el 20 de enero de 2024, de <https://techlib.net/techedu/pantalla-braille-refrescable/>
- Tocarruncho Ramos, A. E., & Velandia Moncada, N. Y. (2023). Proceso de subjetivación y mediación tecnológica en la educación matemática: abordajes y perspectivas. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 58-68. doi:<https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i6.054>
- Torres Búa, M. (30 de abril de 2014). *El método de proyectos en tecnología*. Obtenido de Xunta de Galicia: https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464945204/contido/1_la_tecnologica.html
- TuexpertoAPPS. (7 de febrero de 2017). *Color ID*. Recuperado el 5 de febrero de 2024, de 4 buenas apps gratuitas para reconocer colores: <https://www.tuexpertoapps.com/2017/02/07/4-buenas-apps-gratuitas-para-reconocer-colores/>
- UNESCO. (1990). *Declaración Mundial sobre Educación para Todos y Marco de Acción para Satisfacer las Necesidades Básicas de Aprendizaje*. Jomtien: WCEFA.
- UNESCO. (1994). Declaración de Salamanca y marco de acción sobre Necesidades Educativas Especiales.
- UNESCO. (2000). Marco de Acción de Dakar: Educación para Todos: cumplir nuestros compromisos comunes.
- UNESCO. (2015). *Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4*. Incheon.
- Vodafone, E. f. (28 de abril de 2019). *Tabletas con tinta inteligente para traducir webs al braille*. Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=wIs9JGeLI9U>
- W3C. (20 de junio de 2023). *Introducción a la comprensión de WCAG*. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de <https://www.w3.org/WAI/WCAG21/Understanding/intro#understanding-the-four-principles-of-accessibility>
- WHO. (15 de mayo de 2023). *Tecnología de asistencia*. Obtenido de Notas Descriptivas: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/assistive-technology>