



Universidad de Valladolid



Máster en Rehabilitación visual

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER

[Ayudas electrónicas en Baja Visión]

Presentado por [Negin Raee Ghahramanzadeh]

Tutelado por: [Rosa M^a Coco Martín]

Tipo de TFM: Revisión Investigación

En Valladolid a, [14 de Julio de 2015]

Índice

1. [Resumen].....	[4]
2. [Introducción]	[5-6]
3. [Objetivos]	[7]
4 [Metodología]	[7]
5. [Servicios de rehabilitación visual (SRV)].....	[7]
6. [Ayudas electrónicas]	[8]
6.1. [Ayudas electrónicas en Baja Visión]	[8-9]
6.2. [Tipos de Ayudas electrónicas]	[9-28]
7. [Eficacia de las Ayudas electrónicas]	[29-33]
8. [Conclusiones].....	[34]
9. [Agradecimientos].....	[35]
10. [Bibliografía].....	[35-39]

1. Resumen

Se realiza una revisión bibliográfica de las ayudas electrónicas existentes para las personas con discapacidad visual (DV). Se clasifica los tipos de ayudas electrónicas dependiendo de la tarea a desempeñar (las ayudas electrónicas para la lectura, las ayudas electrónicas utilizadas para la orientación y la movilidad, ayudas electrónicas para el acceso a la información e internet, ayudas electrónicas utilizadas en la vida diaria y las ayudas utilizadas en la grabación y edición de audio.).

La actividad más demandada de recuperación en los servicios de rehabilitación visual es la lectura, por lo que la mayoría de las ayudas electrónicas están diseñadas para ser utilizadas en las actividades cercanas.

Se aporta una breve descripción de las características y funciones de cada ayuda electrónica, así como algunos ejemplos de dispositivos comerciales existentes.

Además, se hace una búsqueda bibliográfica para verificar la eficacia de las ayudas electrónicas visuales en sujeto con discapacidad visual, se valora la mejoría conseguida en la velocidad lectora así como los beneficios aportados por estos dispositivos en la movilidad y orientación. También se realiza búsquedas sobre estudios en las que se realice una comparación de las diferentes ayudas electrónicas.

Palabras clave: Ayudas electrónicas, EVES, Amplificadores de pantalla, lectores de pantalla, OCR, Rehabilitación visual.

2. Introducción

La organización mundial de la salud OMS (1992) definió una persona con Baja Visión como aquella con una agudeza visual (AV) con corrección inferior o igual a 6/18 (0.3 en escala decimal o 20/60 en notación americana) en el mejor ojo incluso tras tratamiento y/o refracción común o con un campo visual inferior a 10° desde el punto de fijación.¹ se considera que un sujeto padece baja visión cuando cuya agudeza visual esté comprendida entre 0.05 y 0.3, en el mejor ojo y/o un campo visual inferior a 20° en el mejor ojo. Estos sujetos conservan una visión útil a la que se denomina resto visual, el cual puede ser mejorado o potenciado mediante la prescripción de ayudas ópticas, electrónicas y no ópticas. El concepto de baja visión difiere del de ceguera, puesto que el concepto de ceguera legal, alude a aquellas personas con una agudeza visual inferior a 1/10 y/o un campo visual inferior a 10°, siendo en este caso muy difícil la rehabilitación visual.²

La agudeza visual como parámetro aislado, no es un buen factor predictivo de la movilidad de un paciente, la capacidad lectora, la capacidad para reconocer caras, etc. No es un concepto absoluto, depende de las necesidades de cada persona. Generalmente toda persona con AV menor de 0.3 o campo menor de 20° necesita algún tipo de ayuda visual. El concepto de la discapacidad visual (DV) surge como consecuencia de las implicaciones funcionales que supone la baja visión en las tareas de la vida cotidiana del sujeto, afectando a su calidad de vida.

Causas e incidencia de baja visión

La incidencia de la baja visión y sus causas dependen de varios factores como la edad del sujeto, nivel de desarrollo socio-sanitario de su hábitat, la longevidad de la población, factores genéticos y el criterio para la definición de la baja visión que se aplique.³

➤ Incidencia

La OMS, en el año 2010, calculaba que el número de personas con DV a nivel mundial ascendía a 285 millones de personas, de los cuales 39 millones padecen ceguera y 246 millones presentan baja visión. En Europa, más de 20 millones de personas tienen baja visión y en España 1.8 millones.⁴

Casi un 90% de la carga mundial de discapacidad visual se da en los países de bajo ingreso. El 80% de los casos de ceguera se pueden evitar o curar.⁴

En España, dentro de los afiliados a la Organización Nacional de Ciegos de España O.N.C.E., la incidencia relativa de la ceguera sobre el déficit visual grave es mayor en la población infantil que en adultos.³

Según la OMS, el número de personas con deficiencias visuales alcanzará los 75 millones en 2020⁵, por lo que se hacen necesarias las consultas de baja visión, para ayudar a estas personas a obtener un máximo aprovechamiento de su visión, para que puedan desarrollar cualidades de adaptación a su medio cotidiano.

➤ Causas

A nivel mundial, las principales causas de discapacidad visual son los errores de refracción no corregidos (43%), cataratas no operadas (33%), Glaucoma (2%), etc.⁴

Se estima que 120 millones de personas padecen discapacidad visual por errores de refracción no corregidos, también que el 82% de las personas con ceguera son mayores de 50 años.⁴

Las patologías retinianas son la principal causa de discapacidad visual en los países de ingresos medios-altos y altos. El número de personas con DV debido a enfermedades infecciosas ha disminuido considerablemente.⁴

Justificación del trabajo

Este trabajo está propuesto con el fin de dar a conocer las ayudas electrónicas existentes para la realización de diferentes tareas o actividades, así como la presentación de algunos dispositivos comerciales disponibles actualmente en el mercado.

Se pretende evaluar la eficacia de las ayudas electrónicas, dando especial importancia a la capacidad lectora y a la orientación y movilidad, así como la comparación de la mejoría conseguida mediante el uso de diferentes ayudas electrónicas y la comparación de estos dispositivos con las ayudas ópticas convencionales en cuanto a las mejorías objetivas y/o subjetivas conseguidas por la persona con discapacidad visual.

3. Objetivos

Realizar una revisión bibliográfica de los sistemas de magnificación electrónica (SME), ayudas electrónicas (EVES, *Electronic Vision Enhancement System*) disponibles para las personas con discapacidad visual.

4. Metodología

La búsqueda bibliográfica se realizó en los siguientes bases de datos: base de datos PUBMED (National Center for Biotechnology Information, Bethesda, MD), Scopus, ONCE, Googlebooks, Web Of Science (WOS), Google, Google Scholar, etc. Se realizó búsquedas bibliográficas de los siguientes términos: *Rehabilitation visual, Electronic aids, Electrnic aids Reading, Visual impairment, Rehabilitation with electronic aids, CCTV, EVES*, etc. Además se realizó revisión de referencias cruzadas.

5. Servicio de rehabilitación visual (SRV)

La rehabilitación visual se ocupa del desarrollo de un conjunto de técnicas y procedimientos para obtener el máximo aprovechamiento posible del resto visual que posee una persona con baja visión. Las Unidades de Baja Visión tienen como objetivo entrenar y dotar a las personas con discapacidad visual de estrategias y recursos con los que puedan recuperar una visión funcional, que les permita desarrollar las tareas abandonadas como consecuencia de su deficiencia visual.⁶

El programa de Rehabilitación visual debe cubrir las necesidades individuales de cada persona (intervención especializada), es decir tener en cuenta las actividades o tareas que cada sujeto considere necesarias e importantes para su desenvolvimiento en la realización de las tareas de la vida cotidiana para potenciar la capacidad del sujeto en la realización de dichas tareas y de esta manera aumentar la autonomía, autoeficacia, autoestima y confianza de la persona con discapacidad, y como consecuencia mejorar su integración y participación social, laboral, familiar, etc.⁶

Para conseguir éxito en el programa de Rehabilitación visual y conseguir mejorar la calidad de vida de las personas con DV, se debe de tener en cuenta las necesidades específicas de cada persona, así como las capacidades físicas, velocidad de aprendizaje, la motivación, el estado emocional, etc. Se debe de desarrollar un programa de entrenamiento visual adecuado a las necesidades y/o capacidades de cada persona.⁷

Es importante que los SRV se lleven a cabo mediante un sistema multidisciplinario en la que trabajen conjuntamente oftalmólogos, rehabilitadores visuales, psicólogos, etc.⁶

6. Ayudas electrónicas

Definición de ayuda técnica

Según la norma UNE-EN-ISO 9999 se define ayuda técnica, específicamente entendida para «personas con discapacidad», como «cualquier producto, instrumento, equipo o sistema técnico usado por una persona con discapacidad, fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar la deficiencia, discapacidad o minusvalía».⁸

El diseño y funcionalidad de las ayudas técnicas permiten o contribuyen a que la deficiencia que sufre una persona no le impida realizar actividades y llevar a cabo una vida lo más normalizada posible. La utilización de ayudas técnicas por parte de las personas con discapacidad permitirá y facilitará la integración social, cultural, laboral, etc. En España, el conjunto de ayudas técnicas disponibles para todas las discapacidades se recoge en el Catálogo General de Ayudas Técnicas del CEAPAT (Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas), que las ordena siguiendo los criterios de clasificación marcados por la Norma Internacional ISO 9999.⁸

6.1. Ayudas electrónicas en Baja Visión

Los “electronic enhanced visual systems” (EVES) son ayudas visuales que emplean la superposición de imágenes de contorno sobre la visión natural de una escena o sobre las imágenes originales presentadas en una pantalla de televisión (TV), facilitando la realización de tareas visuales (lectura, escritura, visión de monitores o pizarra) a cualquier distancia. Estos dispositivos están diseñados especialmente para magnificar la imagen, detectar obstáculos o para incrementar la sensibilidad al contraste (SC), maximizando la visión restante del paciente con BV y proporcionando una mejoría en la calidad de vida de las personas con BV.⁹

El procesamiento de imágenes puede mejorar enormemente la calidad visual de los pacientes con baja visión. La imagen digital se puede magnificar, comprimir o reubicar, además se puede utilizar para agregar contraste, luminancia, filtros, etc. para crear imágenes acordes a las necesidades visuales del usuario.¹⁰

En la actualidad, el número de adaptaciones de las ayudas ópticas convencionales es más alto que las ayudas electrónicas (10%), sin embargo éstas presentan varias ventajas como proporcionar magnificaciones superiores y además permiten variar el aumento, el contraste, la polaridad, la distancia de trabajo (más cómoda mejorando la ergonomía del usuario) durante la realización de las tareas que requieran un tiempo prolongado de uso.¹¹

Para la prescripción de cualquier ayuda, se debe de obtener información sobre las actividades más importantes para la persona con DV., así como analizar y valorar en consenso con éste, las opciones más adecuadas y efectivas. Se pretende que cada persona seleccione y domine las estrategias que le permitan la mayor integración personal, social y laboral posible, y las ayudas electrónicas son unas ayudas más que pueden incrementar la autonomía personal.

Se debe de valorar la eficacia y rendimiento de un determinado recurso en comparación con otros recursos. Las condiciones de edad o situación física de la persona con DV van a condicionar el aprendizaje y el uso. Cualquier dificultad de coordinación manual va a dificultar el manejo de algunos dispositivos. La habilidad del rehabilitador consistirá en lograr un equilibrio entre las necesidades del usuario, la eficacia de cada recurso, la adecuación de los mismos al contexto al que se aplique, así como la habilidad de manejo y ejecución.

La prescripción de las ayudas electrónicas es eficaz en los casos en los que se necesite prescribir grandes aumentos, cuando las ayudas ópticas convencionales no permiten cubrir las necesidades visuales del sujeto o en los casos en los que se requiera un tiempo prolongado de uso con el dispositivo.¹² Por lo tanto es muy importante ante la prescripción de las ayudas visuales, conocer las necesidades del sujeto para mejorar la calidad de vida de cada caso.

El Centro de Investigación y Desarrollo de Adaptaciones Tiflotécnicas (CIDAT) de la ONCE ofrece un catálogo de ayudas técnicas (Aparatos de reproducción de relieves y accesorios, máquinas de escribir, impresoras braille, calculadoras parlantes, Dispositivos para orientación y movilidad, etc.) para personas con ceguera y deficiencia visual.

En el catálogo aparecen los materiales disponibles que la ONCE comercializa en España para sus afiliados, aunque también lo pueden adquirir personas que no pertenezcan a la organización. Se puede consultar a través de las tiendas-exposición localizadas en las distintas Delegaciones Territoriales y centros de la ONCE, o a través de su página web <http://cidat.once.es/>.⁸

Algunos dispositivos comerciales que se menciona en este trabajo, aparecen en el apartado "Catálogo" de las ayudas del Centro de Investigación y Aplicación Tiflotécnica (CIDAT), pueden encontrarse en la página Web anteriormente mencionada.

6.2. Tipos de ayudas electrónicas

Las ayudas electrónicas disponibles se clasificarán según la tarea a desempeñar en dispositivos para la lectura de textos, dispositivos que permiten la escritura y la impresión en braille, ayudas electrónicas para el acceso a la información e internet, ayudas electrónicas utilizadas en la vida diaria y las ayudas utilizadas en la grabación y edición de audio.

6.2.1. Ayudas electrónicas para la lectura de textos

Las ayudas más conocidas son los amplificadores electrónicos y los dispositivos de reconocimiento óptico de caracteres.

6.2.1.1 Amplificadores electrónicos

Estos dispositivos presentan en una pantalla (monitor de televisión) la imagen aumentada de cualquier texto (papel, revista, receta, prospectos de medicamentos, libros, etc.).¹³

Son dispositivos que captan cualquier tipo de imagen y la proyectan en una pantalla con mayor tamaño.¹³

Estos sistemas tienen un funcionamiento basado en un circuito cerrado de televisión (CCTV), se trata de ayudas que aumentan el tamaño de las imágenes mejorando la lectura, además se puede utilizar para la escritura. Permiten variar diferentes opciones como el contraste, la iluminación, la polaridad, etc. según las necesidades de cada sujeto.¹³

6.2.1.1.1. Lupa Televisión (TV)

También llamado circuito cerrado de televisión (CCTV), constan de una cámara de vídeo que transmite una imagen en tiempo real a un monitor, es un sistema de lectura muy apropiado para aquellos casos en los que la visión es muy reducida y se requiera muchos aumentos o el uso de las ayudas convencionales no resulta adecuado para las necesidades requeridas, también cuando el rehabilitando necesita leer durante periodos largos y el tiempo de resistencia con otros sistemas ópticos no es suficiente para desempeñar su trabajo o estudios. La lupa TV se diferencia de un circuito normal de televisión en que la iluminación tiene que ser lo más estable e igual posible en todas las partes que la cámara pueda enfocar.¹³

También dan acceso a la escritura, así como a otras actividades como dibujar, ver fotos, coser, etc. Los modelos actuales permiten visualizar objetos lejanos como ver pizarras y proyecciones, etc. mediante la función de giro de pantalla, por lo que se puede alternar tareas de lejos y de cerca. No tiene limitaciones de aumentos (entre 2x y 60x aproximadamente).¹³

Estos sistemas constan de un monitor, una cámara, un sistema óptico y una plataforma móvil donde se colocará el objeto de la lectura (libro, revista, factura, etc.). Cada usuario puede seleccionar la modalidad más adecuada a su condición visual, puesto que se puede modificar el enfoque (manual o autoenfoco), los aumentos, el brillo, la iluminación, inversión de colores, contraste (azul/amarillo, azul/blanco, negro/azul, negro/amarillo, etc.) etc. Pueden utilizarse en sistemas blanco y negro y color, siendo muy variados los modelos existentes, algunos de ellos ofrecen la posibilidad de compatibilizar el monitor con un ordenador, permitiendo mediante la división de la pantalla, presentar las imágenes procedentes de la cámara y las del ordenador al mismo tiempo. Otras versiones de estos dispositivos funcionan desplazando la cámara sobre el soporte de información y envían la señal al monitor que el paciente visualiza.¹³

Los circuitos cerrados de TV permiten la visión binocular y una distancia de trabajo más cómoda mejorando la ergonomía. Ofrecen un campo de lectura y una profundidad de campo superiores al de otras ayudas visuales.¹³

Para asegurar un uso eficaz de este tipo de ayuda, se requiere varias sesiones de entrenamiento por parte del sujeto con discapacidad visual. Se recomienda el uso de monitores de alta definición y de muy baja radiación. Se puede conseguir un aumento adicional por acercamiento.

Cuenta con una superficie de trabajo “mesa X-Y” que se puede mover en ambos ejes. La imagen se mantiene nítida aunque el sujeto se mueva.¹³

Tipos

Existen diferentes tipos de Lupas televisión:

❖ Sobremesa (con o sin monitor)

Se utiliza para actividades que se lleven a cabo durante mucho tiempo en el mismo lugar (casa, puesto de trabajo, etc.) debido a sus dimensiones. Incorpora un soporte móvil en forma de X-Y. Ofrecen las principales opciones de aumento, contraste, brillo, franja guía, teclado adicional, etc. Pueden ser compatibles con PC. Enfoque manual o autoenfoque. Los modelos más avanzados permiten simultanear las pantallas de lupa TV y ordenador, en diferentes posiciones y tamaños de pantalla.

❖ Sobremesa portátil

Semejante al anterior pero con un peso más ligero facilitando el transporte. Los modelos más avanzados permiten organizar el texto en la pantalla (en forma de columna, etc.). Los modelos compatibles con PC ofrecen la posibilidad de simultanear las pantallas de lupa TV y ordenador.

❖ Portátil (visión cercana y lejana)

Presenta autoenfoque para la visión lejana y permite el uso de una lente de aproximación para la visión cercana, de esta forma se puede utilizar simultáneamente la visión lejana y la visión cercana mediante la opción de giro de la pantalla (muy útil para estudiantes que tengan que ver la pizarra y tomar apuntes), es fácil de transportar. Permite capturar la imagen ya sea fijo o en video, además actualmente existe el software para capturar el sonido y permite guardarlo en el disco duro del ordenador. Ofrece la posibilidad de acoplarse a un monitor o a un portátil.



● Consideraciones generales

Se debe de tener en cuenta la relación aumento-campo visual (CV), puesto que a mayor aumento, menor campo de visión (mayor desplazamiento por el texto o la imagen), también se produce el arrastre de la imagen con el movimiento.

Aunque en principio pudiera pensarse que su uso en personas con reducción importante de campo visual no sería eficaz, en algunos casos también es efectivo. El campo visual es mayor para aquellos que usan potencias muy altas en el microscopio.

Algunos de los inconvenientes son el elevado coste, su considerable tamaño y peso, el mantenimiento, el entrenamiento requerido de coordinación ojo-mano, son difíciles de transportar, etc. Por lo que se hace necesario sopesar su adquisición, y el rendimiento que se va a obtener.¹³

Dispositivos comerciales

❖ Merlin

Sistema electrónico de ampliación de caracteres, con un monitor LCD de 19", con autoenfoco y diferentes modos de trabajo (color natural, positivo y negativo y colores artificiales). Se puede conseguir aumentos de 2,7x hasta 62x.

Otra versión es la lupa TV Merlín ultra full HD 20", de mesa con una ampliación desde 2x a 87x, enfoque automático, siete modos de lectura, una mesa deslizante para la lectura, iluminación "*Light-Emitting Diode*" (LED), pantalla orientable con giro horizontal y vertical, colores artificiales configurables, etc. El monitor (20 pulgadas) es de alta definición. Puede encontrarse en el catálogo de las ayudas de CIDAT, <http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=52&idproducto=747&idseccion=10>.¹⁴

❖ Lupa TV Opti lite

Dispositivo portátil con autoenfoco, monitor de 15" y diferentes modos de trabajo (color artificial y positivo/negativo). Los aumentos van desde 4x hasta 40x. La cámara con enfoque manual. La altura libre de trabajo es de 220 mm (disponible en el catálogo de ayudas de CIDAT, <http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=52&idproducto=748&idseccion=10>).¹⁴



❖ ADDITIOM FLEX

Cuenta con un monitor de 15", autoenfoco tanto de lejos como de cerca y diferentes modos de trabajo (color natural, color artificial y positivo/negativo). Se puede conectar a las computadoras personales (PCs) y a los portátiles. También permite capturar imágenes y grabar vídeos. El rango de aumentos es de 1,5x a 55x.

Es recomendable para usuarios que utilizan computadora personal (PC) portátil, también para usuarios que desean conectarlo a un PC de sobremesa y disponen de poco espacio o necesitan trasladar su lupa TV de manera habitual, (disponible en el Catálogo de ayudas de CIDAT).¹⁴

❖ LUPA TV MOD. PRODIGI DUO

Se trata de una lupa TV de color compacta con OCR, monitor de 20 pulgadas y con voz. Ofrece la posibilidad de capturar las imágenes del texto y pasarlas a voz. Cuando se utiliza como lupa televisión, incluye las funciones básicas de este tipo de sistemas (modos de lectura, contraste, polaridad, etc.) y también la de realizar una lectura automática. Al utilizar el OCR, ofrece la posibilidad de elegir entre dos tipos de voz, modificar el volumen y la velocidad de lectura.¹⁴

Tanto para lectura visual como por voz cuenta con un sistema que permite leer en tres opciones: página, columna o línea.¹⁴

Además, permite capturar y archivar imágenes. Se compone de una tablet de 5" (pantalla táctil), que actúa también como una lupa electrónica manual y se puede extraer fácilmente del soporte.¹⁴

La superficie de lectura es un marco estático en el que se realiza la captura. Ofrece una ampliación de hasta 20x en modo directo y hasta 80x en modo captura. El equipo consta de una base óptica, con soporte para la tablet, superficie de lectura e iluminación y un soporte de lectura (disponible en el Catálogo de ayudas de CIDAT, <http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=52&idproducto=771&idseccion=10>).¹⁴



6.2.1.1.2. Lupas electrónicas portátiles

Estos dispositivos tienen un tamaño reducido (pantallas de cristal líquido o *liquid crystal display* LCD de 3.5" o 4") y una batería recargable, lo que facilita su transporte. Tiene la función de congelar la imagen y diferentes opciones de contraste. Permite leer o ver cualquier elemento (fotos, revistas, libros, mapas, escribir, firmar, etc.) y ofrecen la posibilidad de conectarlo a un monitor TV. Algunos modelos presentan enfoque a larga distancia (como PVO). Las opciones de contraste son (B/N, positivo/negativo), los modelos más modernos incluyen opciones de contraste en color.

Dispositivos comerciales

❖ SMATVIEW POCKET

Lupa electrónica manual con un rango de aumentos es de 3x a 9x, cuenta con una Pantalla de 3.6". Los diferentes modos de trabajo son en color, escala de grises, B/N, N/B. Permite capturar la imagen. Posee batería recargable, salida de video e indicador de batería.

❖ SMARTVIEW VERSA

Lupa electrónica manual que incorpora una pantalla de 4.3". Permite variar el contraste en opciones de B/N, N/B, y combinación de colores (negro/amarillo, azul/amarillo, naranja/azul). Además permite incorporar una tarjeta "Secure Digital" (SD) para almacenar imágenes y el soporte multimedia (escuchar música, hacer grabaciones). El rango de aumentos es de 3x a 9x.

❖ SMARTVIEW MOBILE

Dispositivo electrónico manual con un rango de aumentos de 10x a 18x y una pantalla de 7". Puede conectarse al monitor del PC para almacenar las imágenes. Dispone de un ratón que facilita el desplazamiento por el texto o la imagen. Se puede variar el contraste en opciones de B/N, N/B, y combinación de colores (negro/amarillo, azul/amarillo).



❖ SENSEVIEW DUO

Este dispositivo cuenta con dos cámaras, una para lectura de cerca y otra para visualizar objetos a una distancia de 2,5 metros o incluso superior (pizarras), una pantalla LCD de cristal de 4,3 pulgadas. Permite capturar imágenes y el almacenamiento de 20 capturas. Cuenta con diferentes modos de color: todos los colores, color destacado (sólo la cámara de cerca), N/B, B/N, amarillo/negro y azul/blanco. Además presenta cuatro niveles de brillo. La batería es de litio recargable (hasta 4,5 horas de uso continuado).

❖ Portavisor O.N.C.E.: PVO

Lupa digital manual que permite ampliar imágenes obtenidas en una pantalla de 4 pulgadas, o a través de su conector de vídeo, en otros equipos externos (monitores y televisores). Los aumentos que proporciona son de 6x a 12x. También ofrece la posibilidad de aumentar las imágenes en distancias lejanas con un zoom de 2x, por lo que también es útil para leer carteles en la calle, mirar la pizarra, distinguir productos en un supermercado, etc. (disponible en el Catálogo de ayudas de CIDAT).¹⁴ Las características más destacadas son:

- Cuatro modos de contraste (color positivo/negativo, negro/blanco positivo/negativo)
- Enfoque: de 20 mm a larga distancia
- Teclado Modo (M): presionar para cambiar el modo de imagen (imagen en color ► B/N ► negativo B/N ► negativo color ► salida video externa).
- Cambia de menor a mayor contraste presionando la tecla de contraste durante dos segundos.



❖ Mini Pebble

Se trata de una lupa electrónica manual con una pantalla LCD de 3" que permite emplear hasta 28 modos de trabajo (color natural, positivo, negativo y diferentes opciones de colores artificiales) consigue magnificaciones de entre 2x a 10x en 4 niveles. También cuenta con la opción de congelar las imágenes y permite el almacenamiento de éstas (disponible en el Catálogo de CIDAT, <http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=52&idproducto=745&idseccion=10>).¹⁴

❖ Looky Plus

Es una lupa portátil manual, con un rango de aumento de 2x a 20x. Se puede configurar en diferentes colores y contrastes. Este dispositivo cuenta con un mango ergonómico plegable. También da acceso a la escritura.¹⁴

La lupa Looky Plus, permite congelar las imágenes, y memoriza algunas configuraciones de uso (última posición de lectura, el brillo de la pantalla y el sonido). Disponible en el Catálogo de ayudas de CIDAT, <http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=52&idproducto=744&idseccion=10>.¹⁴

❖ RUBY XL HD

Lupa electrónica de mano con pantalla de 5 pulgadas, incorpora una cámara de 5 megapíxeles HD, y brazo plegable para su uso como lupa y soporte de lectura (se puede utilizar con el asa extendida o plegada). El rango de aumentos va desde 2x hasta 14x. Presenta cinco modos de color por defecto y permite programar quince más. Cuenta con el modo de congelación de imagen y su posterior almacenamiento para poder enviarlo al ordenador.

❖ MAGGIE LCD.

Lupa Digital de tamaño de una tarjeta de crédito, con una pantalla panorámica LCD de 3.0". Presenta las imágenes en colores reales y escala de grises. Cuenta con diferentes niveles de iluminación (uso en interiores o en el exterior).

Además posee 4 niveles de Magnificación (4x, 6x, 8x, 11x) y la capacidad de congelación de imagen.

❖ MAGNIBOOK

Los aumentos van desde 10 x hasta 35 x (variable según tamaño del TV). Ofrece la posibilidad de combinar Negro/blanco y viceversa y congelar las imágenes. Es utilizado cuando se necesita un campo visual mayor o mayor aumento. La iluminación es Diodos de luz LED.

❖ QUICKLOOK FOCUS (Eschenbach)

Lupa electrónica manual con pantalla de 4.3", ofrece una ampliación de 3x a 18x. Las opciones de contraste son en B/N y de brillo. También permite congelar las imágenes.

❖ Lupa Mobilux Digital (Eschenbach)

Lupa electrónica manual con dos rangos de aumentos 3x y 6x, también cuenta con la opción de congelar la imagen y ofrece la posibilidad de obtener imágenes en color y variar el contraste (blanco y negro o inversa).

La lupa Mobilux touch HD → similar a la lupa electrónica anterior, pero añade un soporte para el apoyo del dispositivo, mejorando la ergonomía del sujeto a la hora de la lectura durante un tiempo prolongado. Disminuye también la sensación de mareo y cuenta hasta 12X de aumentos.

❖ Smartlux Digital (Eschenbach)

Presenta un diseño moderno y actual, permite muy buena ergonomía para poder sujetar el dispositivo en la mano. Cuenta con una pantalla LCD 5" no reflejante, con reproducción brillante y real de la imagen. Permite la lectura de textos así como ver fotos y objetos, consiguiendo una ampliación de entre 5x y 12x aumentos, dispone de un pequeño pie/soporte que permite colocar la lupa en posición escritura y posada sobre el texto.

Este dispositivo cuenta con tres modos de trabajo. Disponible en el Catálogo de ayudas de CIDAT, <http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=52&idproducto=743&idseccion=10>. Otras características son:

- Alta nitidez en profundidad (uso variable a varias distancias).
- Una pantalla LCD y la óptica Eschenbach integrada que evita que se forme un "efecto borroso" o distorsión: la reproducción permanece nítida incluso si se mueve la pantalla.
- Función de congelar de imagen (memoria para 20 reproducciones).
- Brillo LCD atenuable en 3 niveles para evitar el deslumbramiento.
- Sistema automático de desconexión
- Cámara central debajo de la pantalla para una mejor orientación.
- Cinco modos de imagen: Color real, contraste reforzado B/N, contraste reforzado inverso N/B, amarillo/negro, etc.
- La pata (soporte) integrada se puede ajustar como pantalla vertical para la lectura sobre una mesa o de canto para escribir por detrás.



❖ Crystal XL (Eschenbach)

Lupa de mano electrónica con 4,3" de pantalla. Presenta una excelente calidad de la imagen (mayor luminosidad y contraste) y una rápida formación de la imagen sin efecto borroso.

Es fácil de manejar (una sola mano) debido a la disposición de los elementos de control en la zona de la empuñadura: Encendido/apagado, elección entre 3x, 4x, 5x y 6x de aumentos, Color natural, blanco y negro, negativo, Función de congelación de la imagen y función de "vista general". Disponible en varios idiomas: alemán, francés, español, italiano, austriaco, suizo y checo.

❖ Lupa Amigo

Lupa manual ligera y fácil de usar (grandes botones táctiles) con pantalla de 7" LCD de alta resolución con gran campo de visión. Permite leer las etiquetas de precios, menús, prospectos de los medicamentos, etc. en cualquier momento y en cualquier lugar. Cuenta con una cámara de alta definición.¹⁵ Las características de la lupa Amigo HD son:¹⁵

- Magnificación ajustable entre 1.4x y 25x
- Brillo ajustable con luces de encendido / apagado
- 28 modos de color disponibles
- Base plegable ajustable
- Indicador de pantalla de batería baja
- Captura de imágenes
- La salida de vídeo a un monitor o televisión
- Botones disponibles en Color o Blanco y Negro

6.2.1.2. Dispositivos de reconocimiento óptico de caracteres

El reconocimiento Óptico de caracteres también conocido como OCR por su sigla en inglés "*optical character recognition*", se trata de tecnologías software o hardware que permite convertir diferentes tipos de documentos (en papel, archivos, imágenes captadas por una cámara digital, etc.) en datos, es decir lo que hace es transformar una imagen escaneada en texto. El OCR actúa sobre la imagen codificada en forma digital.¹⁶

Los caracteres identificados quedan almacenados y pueden presentarse al usuario con discapacidad visual de forma ampliada con síntesis de voz, por medio de una línea braille, etc. Se puede realizar también desde un archivo que se haya escaneado como imagen. Este recurso presenta algunas limitaciones como la dificultad de discriminar determinados signos, fórmulas, ecuaciones, reconocimiento de textos manuscritos, etc.

No todos los modelos son accesibles para las personas con DV, actualmente los programas adaptados a estas personas, se llaman OPEN-BOOK y TIFLOSCAN. Ambos programas incorporan síntesis de voz, disponen de diversos modos de funcionamiento, se adaptan a gran variedad de escáneres, disponen de varias herramientas para las personas con baja visión, etc.¹⁷

Existen equipos autónomos de lectura que integran todos los componentes, es decir el escáner, OCR y la síntesis de voz) proporcionando a las personas con DV un acceso rápido y sencillo a textos impresos (libros, revistas, cartas, etc.). Estos dispositivos son recomendables para aquellos casos que no sepan utilizar un ordenador. Algunos ejemplos son el lector óptico POET y el GALILEO.¹⁸

El OCR ha representado avances en el acceso a la información para las personas con DV, puesto que permite convertir documentos en papel impreso a formatos accesibles (conversión de texto a partir de OCR en audio, a través de programas lectores de pantalla, etc.).¹⁸

Escáneres con síntesis de voz

Su función es la de permitir que los invidentes puedan realizar una tarea tan sencilla como leer un texto en un papel, una revista o un libro. El texto se coloca debajo de la tapa y se escanea. Un software específico lo traduce inmediatamente en voz. Se trata, «de OCR autónomos, tipo PC, dentro de los que hay un escáner, un software de reconocimiento de textos y un software con síntesis de voz».¹⁹

6.2.2. Dispositivos que permiten la escritura y la impresión en braille

6.2.2.1. Anotadores electrónicos parlantes

Los anotadores parlantes son dispositivos electrónicos con teclado braille para almacenar información y recuperarla mediante voz o braille. Tienen además utilidades de agenda, calendario, calculadora, reloj, etc. Algunos dispositivos comerciales se citan a continuación:

❖ El Braille Hablado, o Braille'n Speak

Es un anotador parlante para las personas con DV que necesiten disponer de un dispositivo portátil, que permita tomar apuntes, notas o llevar información de texto para su consulta y de acceso inmediato. Dispone de un teclado Braille de 6 puntos para la escritura de textos y la pulsación de comandos. Presenta buenos resultados en tareas como toma de apuntes, lectura de libros, documentos, uso de calculadora, etc. Es el dispositivo tiflotécnico más utilizado tanto por los estudiantes como por los trabajadores invidentes.¹⁸

❖ PRONTO Braille

Es un organizador de datos personal, se controla mediante un teclado Braille (8 teclas). Proporciona la respuesta a través de síntesis de voz y una línea Braille. Se ejecuta bajo el sistema operativo Microsoft® Windows® CE, incluye las aplicaciones de procesador de textos, explorador de archivos, reproductor de MP3, grabador de voz, reproductor de libros en formato Daisy, calculadora, calendario, contactos, varias posibilidades de conectividad y configuración o ajuste de parámetros.¹⁵

6.2.2.2. Impresoras Braille

Las impresoras en Braille están preparadas para el sistema braille, por lo que realizan semiperforaciones con matrices de 6 u 8 puntos y separaciones entre líneas y caracteres, algunos modelos son capaces de producir gráficos en forma de imágenes en relieve. Algunos dispositivos que existen actualmente son:²⁰

❖ La impresora braille portátil Portathiel (ONCE), destaca por su tamaño pequeño y la facilidad de manejo y transporte.

❖ TermoformBrailon Duplicator, sirve para la reproducción rápida de copias en relieve y en papel plastificado de cualquier material táctil (páginas de escritura en braille, gráficos, dibujos, esquemas, etc.), mediante el método de formación de vacío.²¹

6.2.2.3. Programas de conversión de texto a Braille

Actualmente el programa más utilizado es Quick Braille, desarrollado por el Centro de Investigación y Aplicación Tiflotécnica (CIDAT) y el Servicio Bibliográfico de la ONCE (SBO). Permite transcribir textos a formato Braille.¹⁸

6.2.3. Dispositivos para el acceso a la informática y a Internet

Los dispositivos destinados a posibilitar el acceso a la informática y a Internet más conocidos son los magnificadores y los revisores de pantalla.

6.2.3.1. Magnificadores y Revisores de pantalla

❖ Magnificadores

Los magnificadores son programas informáticos que amplían el contenido de la pantalla de ordenador de 2 a 16 veces, con la consiguiente reducción de campo. La imagen se amplía por partes seleccionadas. Para ver el resto de la pantalla es necesario mover el ratón e ir desplazándose por la misma. Son ayudas muy útiles y bastante económicas.²²

Los sistemas operativos suelen incluir algún magnificador de pantalla básico, pero los más utilizados son Zoomtext Xtra, Magic y ONCE-MEGA, que funcionan bajo Windows. Estos tienen integrada sintetizadores de voz, lo que permite la lectura escuchada de textos.²²

Actualmente, el magnificador de pantalla ZoomText 10.1 es la última versión disponible, es compatible con Windows 8, se diferencia del modelo anterior en que la activación se realiza mediante la conexión de un USB a uno de los puertos del ordenador y se mantendrá activo mientras el USB esté conectado.¹⁴

❖ Revisores de pantalla

Los revisores de pantalla son aplicaciones de Software que tratan de interpretar aquello que se muestra en una pantalla. Esta interpretación se presenta al usuario mediante sintetizadores de texto a voz, iconos sonoros o salida braille. Son capaces de identificar palabras, líneas, textos y graficas, además permiten identificar y anunciar las funciones del sistema operativo (botones, barra de herramientas, ventanas de diálogo, el tipo de fuente, tamaño, color, etc.). También pueden servir como mouse y puntero: los programas de voz sintética tienen la capacidad de mover el puntero del mouse en forma horizontal o vertical (o en filas y columnas), encontrar un texto especificado y colocar el puntero sobre él, y simular el accionar de los botones del mouse mediante una secuencia de teclas. Algunos ejemplos son JAWS, Windows Eyes, NVDA, Dolphin HAL, Orca, etc. Actualmente el revisor de pantalla más utilizada es Jaws.

Jaws, es un programa de revisión de pantalla compatible con todos los sistemas operativos. Permite acceder a las aplicaciones e información solo con el teclado, usando distintos comandos. Las respuestas son de voz y/o Braille. Permite trabajar con la mayoría de las aplicaciones de Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Access, etc.). No es un software gratuito, las guías de usuario y demos se pueden descargar en: <http://www.funcaragol.org/html/mainjaws.htm>.¹⁸

NVDA, es gratuito y de código abierto para Windows. Las últimas versiones permiten acceder de manera fácil a la mayoría de las aplicaciones y navegar. (<http://www.nvda-project.org/>. [Accedido: 12 Junio, 2015]).

Orca, también de código abierto (software libre), cuenta con un lector de pantalla y un magnificador. (Se puede descargar desde: <http://wiki.tiflolinux.org/index.php?title=Orca/Descargar/Instalar>, [Accedido: 14 Junio, 2015]).

Existen dispositivos que depende del lector de pantallas para su funcionamiento, por ejemplo los dispositivos de voz, los dispositivos braille o líneas braille (dispositivos que se conectan al ordenador y permiten la lectura de la información a través de una línea de celdas braille). Los modelos más utilizados de los dispositivos braille en España son las ECO-BRAILLE y las alemanas PAPANMEIER. Las líneas braille se utilizan como dispositivos de salida con programas navegadores para Windows como JAWS y ONCE-LECTOR 98.²³

6.2.3.2. Revisores y magnificadores de pantallas para Asistentes digitales personales (PDA's) y Móviles

Los revisores de pantallas para PDA y Móviles permiten acceder a las diferentes aplicaciones, facilitando el manejo (Mobile speak pocket, Mobile magnifier plug-in). Actualmente un alto porcentaje de la población utiliza móviles y PDA's, al menos en los países desarrollados. CIDAT ha desarrollado un software capaz de verbalizar lo que aparece en la pantalla de un teléfono móvil.¹⁹

❖ Mobile Speak Pocket

Mobile Speak Pocket es un revisor de pantallas para Pocket PC con sistema operativo Windows Mobile, y que permite al usuario manejar con un alto grado de accesibilidad la mayoría de las aplicaciones instaladas en su PDA, tales como Internet Explorer, Mensajes, Messenger (MSN), Calendario, Contactos, Tareas, Notas, Pocket Word, Pocket Excel y Windows Media Player, etc.

❖ Mobile Speak V. 4.0

Es la nueva versión del lector de pantallas para teléfonos móviles, incluye licencia multiplataforma para el acceso a terminales con sistema operativo Symbian y Windows Mobile (Smartphones) y acceso a interfaces a través de teclado y/o interfaz táctil. Esta nueva versión sustituye a la versión previa 3.82 para Symbian y 2.x para Windows Mobile y Pocket PC.

Dispone de un nuevo sistema de licencia que se asocia al número de teléfono facilitando la migración de la licencia a otros terminales o plataformas, sin tener que pagar una nueva o cambiar de teléfono.

Mobile Speak V.4 incluye el sintetizador de voz de Acapela Group (Babel Technologies), que incorpora tres voces. Aunque el usuario podrá hacer uso de más voces, sólo podrán estar activas tres de ellas al mismo tiempo. Algunas funcionalidades son:

- Acceso a terminales con teclado y/o interfaz táctil.
- Posibilidad de configuración de varios perfiles de voz y configuración por aplicaciones.
- Accesibilidad a aplicaciones de terceros como QuickWord, etc.

❖ Mobile Magnifier Plug-in

Es un Software de magnificación a pantalla para teléfonos móviles, que incorporan el sistema operativo Symbian (independiente al operador telefónico).

Permite a las personas con DV acceder a la mayoría de las funcionalidades de su móvil gracias a que amplía y realiza los elementos que aparecen en la pantalla.

❖ Mobile Speak v. 3 español

Lector de pantallas para teléfonos móviles que incorporan el sistema operativo Symbian (independiente al operador telefónico). Permite a las personas ciegas y deficientes visuales acceder directamente a la mayoría de las funcionalidades de su teléfono sin necesidad de utilizar ningún tipo de interfaz, mediante la lectura con una síntesis de voz del contenido de la pantalla. Esta versión de Mobile Speak viene integrada con el magnificador de pantalla, Mobile Magnifier, aunque pueden ser utilizados y registrados por separado.

❖ Mobile magnifier pocket

Software magnificador de pantalla para PDA's con un rango de aumento desde 1.5x hasta 16x. Es compatible con Mobile Speak Pocket, haciendo que ambos productos puedan trabajar conjuntamente. Presenta diferentes combinaciones de colores.

❖ TALKS & ZOOMS 5.50 (ONCE)

Es un paquete de software, compuesto por el lector de pantallas TALKS y el magnificador de caracteres ZOOMS. Además se incluye, de forma gratuita, la nueva versión 2.02.1 de DAISY2GO, compatible con la mayoría de los móviles válidos para TALKS & ZOOMS, que permite la lectura de obras en formato Daisy grabadas en la memoria del teléfono. El software de instalación y los manuales puede descargarse en: <http://cidat.once.es/home.cfm?id=824&nivel=2> .

Opciones de accesibilidad incorporados en los dispositivos móviles

Actualmente los dispositivos móviles llevan incorporados diferentes opciones de accesibilidad (letras grandes, gestos de ampliación que permite acercar y alejar punteando tres veces la pantalla, decir contraseñas, salida texto a voz, corrección de color para las personas con alteraciones cromáticas como Deuteronomalía, Protanomalía o Tritanomalía, TalkBack que permite ofrecer a personas con discapacidad visual mensajes de voz, etc.).

6.2.4. Dispositivos para la vida diaria

Hoy en día encontramos muchas ayudas diseñadas para conseguir la mayor autonomía posible en las actividades de la vida cotidiana. Existen aparatos de uso exclusivo para las personas invidentes como por ejemplo los detectores de luz y de colores.²⁴

Existen dispositivos que transmiten la información a través del sonido (indicador del nivel de líquidos, balanza de cocina parlante, termómetro ambiental parlante, cinta métrica parlante, etc.). Hay Relojes de pulsera braille o con caracteres en macrotipo y relojes parlantes (personas con resto auditivo), despertadores parlantes y avisadores de tiempo.²¹

Actualmente se han desarrollado otros artículos, que permiten conocer sus datos a través del tacto, algunos ejemplos son el detector de luz y contraste por vibración, modelo Vibro-Córdoba, que permite detectar pequeñas fuentes luminosas emitidas por los aparatos electrónicos, si la luz de la habitación está encendida o apagada, etc.⁸

Diversas colaboraciones del CIDAT con empresas comerciales están dando como resultado la comercialización de «electrodomésticos accesibles», como la lavadora de New Pol con panel de control en braille, o el robot de cocina Iber o el vídeo parlante desarrollado por la firma LG.

Hay una esperanza basada en el desarrollo de dispositivos con tecnología Bluetooth que, permitiría mediante un dispositivo pequeño adaptado (mando a distancia), comunicarse con los diferentes electrodomésticos para recibir la información proporcionada por ellos, y así poder informar a la persona ciega o deficiente visual de las opciones de manejo y de las condiciones de funcionamiento.²⁴

AGENDA DIGITAL

Equipo portátil grabador/reproductor digital de mensajes con una capacidad de almacenamiento de 8 MB. Las grabaciones se ordenarán consecutivamente y, mediante siete pulsadores, permite grabar hasta 12 minutos de mensajes.

Se utiliza frecuentemente, tanto por personas ciegas, como por las que tienen resto visual para la toma rápida de mensajes y notas breves.

6.2.5. Dispositivos de Grabación, Reproducción y accesorios

6.2.5.1. Magnetófonos

Se utilizan fundamentalmente para la escucha de los libros hablados, es decir, grabaciones sonoras de todo tipo de textos realizadas por un narrador con un sistema de grabación, que permite cuadruplicar la duración de la información grabada. El selector de cada una de las cuatro pistas disponibles, así como el control de la velocidad de reproducción o grabación, etc., los distinguen de los magnetófonos convencionales. La miniaturización y digitalización son el avance que cabe destacar en los dispositivos de grabación-reproducción.²⁴

Estos dispositivos graban y reproducen de acuerdo con un formato de grabación y estructuración de la información estandarizada (DAISY), permite intercambiar información fácilmente y hacer todos los procesos de búsqueda, navegación, marcación, etc.²⁴

Para la grabación audio existen diferentes dispositivos, como reproductores de MP3, teléfonos con grabadores de voz incluidos, grabadores digitales, un micrófono conectado a la PC o el que ya trae incorporado un Netbook, etc.

6.2.5.2. Reproductores

Algunos ejemplos de reproductores son: Reproductores CD TELEX Scholar, Reproductores DAISY, Reproductores DAISY PLEXTALK PTN1, Reproductores CD VICTOR CLASSIC, etc. Estos reproductores permiten la lectura de CDs que contengan libros electrónicos en formato Daisy, mp3 y CDs de audio convencionales. Su uso está recomendando para estudiantes de secundaria en adelante.¹⁸

6.2.5.3. Conversión de textos a formato audio

Las personas con discapacidad visual pueden utilizar la conversión de libros y documentos que se encuentran originalmente en formato DOC, TXT o RTF a formato de audio (MP3 o WAV), facilitando el acceso a la información.²⁵

Para hacer dicha conversión de texto a audio se utilizan programas muy variados entre los que se encuentran el Audiotesti, el balabolka, el speech y el wintesti, obteniendo como resultado un archivo en formato MP3 o WAV, que quedaría listo para su lectura mediante un equipo reproductor convencional de estos formatos.²⁵

6.2.5.4. Audiodescripción

La audiodescripción es el sistema empleado en el cine adaptado para permitir a las personas ciegas y deficientes visuales tener acceso al cine y a otras manifestaciones culturales (teatros, museos, televisión, etc.).²⁶

La norma UNE 153020 de Audiodescripción para personas con discapacidad visual, publicada en España el año 2005, define la Audiodescripción como: un sistema de apoyo a la comunicación que consiste en el conjunto de técnicas y habilidades aplicadas, con objeto de compensar la carencia de captación de la parte visual contenida en cualquier tipo de mensaje, suministrando una adecuada información sonora que la traduce o explica, de manera que el posible receptor discapacitado visual perciba dicho mensaje como un todo armónico y de la forma más parecida a como lo percibe una persona que ve. Su finalidad es proporcionar información sobre la situación espacial, gestos, actitudes, paisajes, vestuario, etc.²⁶

Las empresas o instituciones que deseen audio-describir producciones audiovisuales para personas con DV, cuentan con la ayuda de la Norma UNE 153020, elaborada con la participación de la ONCE, se pueden solicitar a la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) a través de su página Web: www.aenor.es.²⁶

6.2.6. Ayudas electrónicas para la movilidad y orientación

Dentro de los EVES existe un subgrupo, denominado “Head Mounted Displays” (HMD). Inicialmente eran ayudas portátiles, parecidas a un casco que se ajustaban a la cabeza, sin embargo el avance en la investigación de este tipo de dispositivos intentan hacerlos más ergonómicos, similares a unas gafas convencionales. Los más conocidos son: Jordy, Flipperport, Maxport y NuVision, etc.²⁷

Presentan la ventaja que debido a su portabilidad y la mejora en el procesamiento de imagen los hace aptos para deambular.²⁷

6.2.6.1. Dispositivos Electrónicos de Ayuda a la Movilidad (DEAM)

Son dispositivos inteligentes que tienen como objetivo percibir el entorno y representarlo a las personas con discapacidad visual mediante el tacto, vibraciones, habla o señales acústicas.²⁸

La mayoría de los dispositivos DEAM se clasifican según el sistema de adquisición de la información del entorno. Así, se distinguen varios grupos de DEAM: de ultrasonido, sensores o láser, Global Positioning System y de visión artificial (también utilizada para los robots)²⁹. De los dispositivos basados en ultrasonidos los más destacados son el Lindsay Russel Pathsound³⁰⁻³¹, el Mowat Sonar Sensor³² y el Sonicguide.³³

El Lindsay Russel Pathsound: informa al sujeto de la presencia de obstáculos mediante sonidos acústicos y sistema táctil. El dispositivo cuenta con tres tipos de sonido que representan tres distancias diferentes en dos zonas (la zona dentro del peligro y la zona fuera del peligro). La distancia máxima detectada es de 6 pies. El dispositivo no ha llegado a ser comercial, debido a que su diseño es muy voluminoso.²⁸

El Mowat Sonar Sensor tiene una salida sonora y una táctil. El dispositivo emite un ultrasonido de forma cónica y elíptica, cubriendo un área equivalente a la forma humana.³³ El rango de distancia es de 1 a 4 metros.

El Sonicguide, también conocido como Binaural Sonar Electronic Travel Aid, es el dispositivo de ultrasonido más destacado. El dispositivo está implementado en unas gafas. El Sonicguide emite una señal sónica de forma cónica que abarca desde 45° a la izquierda hasta 45° a la derecha con un rango de hasta cuatro metros de distancia, respecto a la línea central de visión del usuario.³⁴ El usuario es capaz de percibir y reconocer las distancias mediante la variación del tono.³⁵ Esta Ayuda además de detectar obstáculos, proporcionan una información ambiental, otros ejemplos de dispositivos que ofrezcan información ambiental son: Trisensor y Kaspá.³⁶

Los dispositivos más destacados de sensores o láser, son los Laser Cane, Talking Light, Pilot Light, SONA; Easy Walker, etc.

Laser Cane o Light Amplification by Simulated emission of Radiation representa la integración del bastón con la tecnología láser.³⁷ El dispositivo utiliza el láser de galio-arsénico y baterías pequeñas. El rango de detección es hasta 4 metros e informa al usuario de la presencia de los obstáculos mediante señales acústicas.³⁸

Algunos ejemplos de los dispositivos basados en estereovisión son: Navigation Assistance for Visually Impaired (NAVI), es un dispositivo detector de obstáculos, que se puede utilizar tanto de manera estática como para realizar movimientos lentos,³⁹ y el System for Wearable Audio Navigation (SWAN), también permite la detección de obstáculos⁴⁰.

Algunas limitaciones los dispositivos desarrollados hasta el presente son: distancias cortas, sistema táctil, sistema vibro-táctil (requiere un dispositivo adicional y produce incomodidad al usuario), el sistema vocal (requiere mucho tiempo para informar al usuario), o sonidos acústicos (sonidos molestos).³¹ Otro de los inconvenientes de estos dispositivos es el elevado coste y el mantenimiento requerido así como necesidad de entrenamiento específico al usuario.³⁶

Se ha desarrollado un dispositivo de navegación denominado Cognitive Aid System for Blind People (CASBlIP), sirve como ayuda (complementario al bastón) para las personas con discapacidad visual. El CASBlIP basado en la tecnología Time-of-Flight y en sonidos acústicos, detecta los obstáculos e indica su localización y distancia precisa tanto de los obstáculos pequeños como de los obstáculos grandes, escalones, etc.⁴¹⁻⁴² La información proporcionada no interfiere con los ruidos del entorno y no se transmiten datos erróneos.⁴³ Además la información proporcionada es clara y simple, fácil de interpretar sin necesidad de entrenamiento excesivo.⁴⁴⁻⁴⁵ El dispositivo tiene un rango de trabajo entre los 0.5 m y 5 m en distancia.

Existen Ayudas que detectan objetos y se basan en inteligencia artificial, tratando la información que ofrecen al usuario. La única ayuda de este tipo es el Sonic Pathfinder.³⁶ El Sonic Pathfinder es un aparato de movilidad que se monta en la cabeza y está diseñado para usarse en el exterior con la ayuda de un perro guía, un bastón largo o un poco de vista residual. El Sonic Pathfinder advierte con antelación al usuario si existen objetos en su camino. Utiliza ocho tonos musicales diferentes mediante los cuales advierte al usuario la distancia y la posición del objeto que detecta en el camino.

Los dispositivos desarrollados especialmente para personas con retinosis pigmentaria incrementan la iluminación y el contraste de la escena.

Las personas con ceguera o resto visual no funcional, tienen a disposición ayudas específicas y básicas para la movilidad como los detectores de obstáculos y los codificadores sonoros.²⁷

Los detectores de obstáculos (electronic travel aids) son dispositivos de radio de detección muy focalizado o estrecho. La información de la distancia se presenta en forma auditiva (el tono o la intensidad variable según la distancia), táctil (cambios de frecuencia o intensidad de vibración) y por estimulación de distintas partes de la zona de la piel en contacto con la placa táctil codificadora. Para la identificación del entorno algunos dispositivos utilizan ondas ultrasónicas y otras emiten ondas luminosas de tipo láser.²⁷

Los codificadores sonoros ofrecen al usuario información de un radio más amplio que el de la escena, permiten localizar varios objetos en diferentes posiciones del campo frontal.²⁷

6.2.6.2. Dispositivos Electrónicos de Ayuda a la orientación

Existen diferentes ayudas para facilitar la orientación a las personas con discapacidad visual. Estas ayudas tienen como objetivo aportar información sobre el medio antes o durante el trayecto.³⁶

La señal parlante ha sido una de las ayudas más demandadas y utilizadas. Se trata de una grabación (indicando el lugar, direcciones que se pueden tomar, etc.) situada en la vía pública, edificios, etc. El sistema se basa en la utilización de comunicación inalámbrica de corto alcance o proximidad, también puede interactuar por transmisión de infrarrojos o por radio.³⁶

Los dispositivos que permiten el aprendizaje previos de los entornos a las personas con DV, se utilizan para que el sujeto se familiarice con el entorno, un ejemplo son las mapas táctiles en relieve presentadas en soporte de papel o por pantallas táctiles.

➤ Los Sistemas de orientación por posicionamiento desde satélite

Existen sistemas de orientación por posicionamiento desde satélite como ayudas para la orientación y movilidad puesto que permiten identificar la ubicación del sujeto así como la dirección que debe seguir. En muchos estudios consideran como ayuda para la orientación y movilidad de las personas con deficiencia visual, los servicios de localización de posición basados en GPS.²⁷

Entre los dispositivos de navegación basados en Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) destacan el MoBIC⁴⁶, el GPS Braille Note⁴⁷, el Loadstone GPS, el Personal Guidance System (PGS)⁴⁸, Víctor Trekker, SenderoGroup y el Tormes (en nuestro país comercializado con el nombre de Orienta). Presentan algunos inconvenientes como el margen de error no aceptable (por parte de las personas con DV) que presentan, por lo que su funcionalidad queda limitada a mapas verbales.²⁷

El dispositivo MoBIC está compuesto por el Pre-Journey System (MoPS), y por el Outdoor System (MoODS), que tiene como objetivo interpretar planos y navegar. Mediante el teclado, el usuario introduce su consulta sobre la ruta o actividad y el MoBIC, mediante sonidos, le da la respuesta⁴⁹⁻⁵⁰.

El GPS tiene como objetivo proporcionar navegación a las personas invidentes tanto en entornos conocidos como en entornos nuevos y desconocidos, sin ayuda de un guía⁵¹. El rango de trabajo del GPS es de 20 metros.

Dispositivos

La tecnología cada vez va mejorando más y actualmente existen diferentes dispositivos electrónicos para la orientación y movilidad, algunos dispositivos en el que se puede observar el avance de la tecnología son: el bastón electrónicos inteligentes, las gafas que detectan obstáculos, etc.

Bastón electrónico

Actualmente existen bastones inteligentes que permiten a las personas con discapacidad visual a evitar obstáculos⁵², así como bastones que permiten reconocer caras, además de llevar incorporado un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el dispositivo lleva incorporada tecnología de teléfono inteligente con las que reconoce las caras de los familiares del usuario a 10 metros de distancia. También puede guiar al usuario, a través de un auricular y una guía de audio.⁵³

Además, se ha desarrollado un prototipo de bastón inteligente para personas con discapacidad visual, pensado para el guiado en interiores.⁵⁴ El propio bastón, junto con una aplicación móvil, dirige a la persona desde un origen a un destino. Si se convierte en un producto comercial puede ser de gran ayuda para las personas con DV para la movilidad y de esta manera aumentar la autonomía e independencia.⁵⁴

Un bastón electrónico para personas con DV, mide la distancia de los objetos mediante rayos láser y transmite la información correspondiente al usuario a través de sonidos o vibraciones emitidos por un pequeño dispositivo del tamaño de un mando de televisión que se lleva adherido a la mano, comienza a implantarse después de haber pasado dos años en fase de experimentación.

Gafas que detectan los obstáculos

Es un sistema integrable en unas gafas de realidad virtual (desarrollado por los investigadores de la Universidad Carlos III), que sirve de ayuda a las personas con DV moderada para la movilidad por su entorno. Este dispositivo es recomendado en los casos en los que existe una pérdida de campo visual como en las patologías retinianas, Glaucoma, etc.⁵⁵ El sistema detecta la forma y la distancia de los objetos y mediante un código de colores interactúa con el usuario.⁵⁵

El prototipo se ha desarrollado sobre el soporte de un dispositivo HMD (Head Mounted Display), un casco de realidad virtual (integra dos cámaras) y se encuentra acoplado a un ordenador pequeño (procesa todas las imágenes que le llegan). El sistema determina la distancia y los contornos de los objetos y informa al usuario en tiempo real mediante dos micropantallas, resaltando la silueta de los elementos de la escena y variando el color en función de la distancia.⁵⁵

Actualmente este invento se está probando sobre el soporte de unas gafas "inteligentes" en colaboración con el Instituto de Oftalmología Aplicada (IOBA) de la Universidad de Valladolid, donde realizan los ensayos clínicos para su validación y aplicabilidad. Se pretende integrar el sistema en modelos más cómodos de llevar con ayuda de un pequeño dispositivo conectado a las gafas.⁵⁵

Dispositivos comerciales

Algunos ejemplos de los dispositivos disponibles para la detección de obstáculos en el mercado para las personas con DV son:⁵⁶

❖ K' Sonar:

Diseñado para ser utilizado con el bastón, perro guía o guía humana. No detecta bajadas.

❖ Tom Pouce:

Bastón electrónico de pequeño tamaño que detecta objetos a cuatro metros, informa al usuario mediante vibraciones y cuesta aproximadamente unos 762 euros. El dispositivo se sujeta al bastón. Utiliza un LED que genera varios rayos colimados de luz infrarroja cercana (950nm) en diferentes direcciones y potencias de emisión.⁵⁶

❖ Teletacto:

Es un modelo más sofisticado de bastón electrónico y más caro (2286 € aprox.), describe el espacio con mayor amplitud (hasta 15 metros) y precisión, ya que el barrido del láser permite detectar los perfiles y reconocer las formas.

7. Eficacia de ayudas electrónicas

Existen estudios en los que se intenta determinar la eficacia, la rentabilidad y la aceptación y/o la satisfacción de los “electronic enhanced visual systems” portátiles (p-EVES), en comparación con las ayudas ópticas convencionales en las tareas de visión próxima en las personas con baja visión. Los resultados obtenidos mostraron que los EVES pueden utilizarse para tareas de mayor duración, también permiten la realización de diversas tareas de cerca en comparación con las ayudas convencionales, que solo permitían la realización de una tarea. En algunos casos, con el uso de las EVES los usuarios podían realizar tareas que no podían llevar a cabo con el uso de la ayuda óptica convencional.⁵⁷

También se observó una mejoría en la velocidad de lectura, en la realización de las tareas de la vida diaria, así como en la ergonomía al permitir una distancia de trabajo más cómodo y variable.⁵⁷

En algunos estudios se evalúa la capacidad lectora con ayudas electrónicas y ópticas convencionales, en adultos con discapacidad visual. Muchos resultados obtenidos mostraron los beneficios objetivos con las ayudas electrónicas, por ejemplo Stelmack et al. (1991) observaron que las velocidades de lectura son significativamente más rápidas con las EVES en comparación con las lupas de soporte con iluminación. Los sujetos mostraron una duración media de lectura de dos horas con las EVES, mientras que con las ayudas ópticas la duración media fue solo de media hora, debido a diferentes causas de abandono en las que destacan síntomas relacionados con los ojos secos y dolores de cabeza.⁵⁸

Sin embargo también existen estudios en los que se obtienen resultados similares con ambos tipos de ayudas al llevar a cabo determinadas actividades, en otros estudios se muestra una velocidad lectora más lenta con las ayudas electrónicas que con las ayudas ópticas convencionales en la realización de ciertas tareas.⁵⁹⁻⁶⁰

Existe un estudio realizado con el objetivo de evaluar el rendimiento objetivo en las tareas de cerca con varios EVES en comparación con la lupa de cada sujeto en concreto. Los resultados obtenidos mostraron una lectura más lenta con la lupa que con los EVES, sin embargo la tarea de ubicación de una columna de la impresión fue significativamente más rápida con una lupa que con las ayudas electrónicas.⁵⁹ La familiarización con los dispositivos supuso un mejor rendimiento de las EVES para la escritura.⁶⁰ Este estudio concluye que, a pesar de que las EVES proporcionan mejorías objetivas en la velocidad de lectura y la agudeza visual en las personas con DV, algunas tareas se pueden realizar con la misma rapidez utilizando aumento óptico convencional.

Estos estudios no pueden compararse totalmente debido a que se han llevado a cabo con diferentes metodologías (selección de la muestra, tiempo de aprendizaje, test empleados, etc.) en cada estudio.⁶¹⁻⁶²⁻⁵⁸ Estas diferencias pueden suponer un sesgo en la interpretación de los resultados.

La mayoría de los sujetos seleccionados padecían defectos de campo visual central, existen pocos estudios en los que se evaluó la efectividad o los beneficios obtenidos con las ayudas electrónicas en sujetos con pérdida de campo visual periférico o sujetos con otras patologías. Por lo que no existe una evidencia clara de los efectos de diferentes ayudas en el rendimiento de la lectura.⁶³

Loshin y Juday, (1989). Lawton et al. (1997) demostraron, (a diferencia de otros estudios por ejemplo, Fine et al. 1993), que con el procesamiento de mejora de imágenes se consigue mejorar el rendimiento en la lectura en los sujetos con degeneración macular asociada a la edad, de dos a cuatro veces.¹⁰

El rendimiento de lectura con un EVES se relaciona con la sensibilidad al contraste, pero no significativamente con la agudeza visual en visión próxima (Goodrich et al, 1980; Brown, 1981).

La velocidad de lectura puede variar con la patología ocular del paciente (Brown, 1981) y en sujetos jóvenes, tales como aquellos con retinosis pigmentaria, las velocidades de lectura con ayudas ópticas son con frecuencia más rápido que los logrados usando un EVES (Ehrlich, 1987).

La mayoría de los estudios consideraron necesario el entrenamiento por parte de la persona con DV para un uso eficaz de los EVES.

Los estudios han confirmado la eficacia de los circuitos cerrados de televisión en la mejora de la capacidad de lectura de los individuos con discapacidad visual⁶⁴ Sloan,⁶⁵ en su informe del caso en circuitos cerrados de televisión, se identificó las siguientes ventajas:

1. Visualización de la pantalla desde una distancia normal de lectura, permite la visión binocular (evita la demanda convergencia excesiva).
2. El objetivo zoom permite variar rápidamente la ampliación.
3. La inversión de contraste con un fondo negro y los caracteres en blanco, generalmente produce menos fatiga, que un fondo blanco y los caracteres en negro debido a la disminución en el deslumbramiento.
4. El CCTV puede ser utilizado para la escritura a mano.
5. Presenta niveles más altos de ampliación.
6. El uso de una tabla de XY es recomendable para las personas con restricciones visuales y dificultades para mantener su posición en la lectura.

En la mayoría de los pacientes con baja visión, el contraste de la imagen mínimo requerido para obtener los mejores promedios de velocidad de lectura es 3,9 veces el requerido por los sujetos con visión normal.⁶⁶ El contraste es un parámetro tan importante en el rendimiento de lectura con un CCTV que la mayoría de los pacientes con baja visión prefieren utilizar todos el contraste disponible en una pantalla de circuito cerrado de televisión, la mayoría de los sistemas basados en vídeo fueron empleados principalmente para la lectura.⁶⁶

La Polaridad de contraste no tiene efecto significativo sobre el rendimiento de lectura en las personas con visión normal. Los caracteres negros sobre un fondo blanco se leen con la misma facilidad, por los sujetos con visión normal, como caracteres blancos sobre un fondo negro. Sin embargo, el brillo general de estos dos tipos de presentaciones es marcadamente diferente.⁶⁶

Rubin y Legge⁶⁶, encontraron que la polaridad contraste tiene un efecto significativo sobre la velocidad de lectura en una minoría de pacientes con baja visión (en pacientes con los medios oculares no transparentes).

Los pacientes con degeneración macular no tenían ninguna preferencia significativa por la polaridad de contraste, mientras que los pacientes con retinosis pigmentaria a menudo han preferido caracteres blancos sobre un fondo negro.⁶⁷ Porque muchos de estos pacientes, también tenían catarata subcapsular posterior, esta preferencia puede también ser debido al deslumbramiento, aunque el edema macular quístico también puede haber jugado un papel.

Los estudios han demostrado que la variación de colores de la pantalla en los sistemas de circuito cerrado de televisión, no afecta al rendimiento de la lectura cuando la luminancia de la pantalla y los ajustes de contraste son equivalentes. Para investigar si el color de la pantalla es una variable importante en la prescripción de los sistemas de CCTV, Jacobs⁶⁸ midió el rendimiento visual de los usuarios de CCTV en las pantallas de blanco, verde y ámbar, pero no encontró ninguna relación evidente entre la condición de baja visión y preferencia o aversión a esos colores.

En un estudio realizado con pacientes con Retinosis pigmentaria se evaluó los beneficios obtenidos con el programa de rehabilitación visual, además se intentó determinar las ayudas visuales de baja visión más efectivas para esta condición.⁶⁹

Entre las ayudas más efectivas, estuvieron los dispositivos electrónicos y los dispositivos que permitían controlar la iluminación. Los usuarios mostraron un alto nivel de satisfacción con las ayudas prescritas.⁶⁹

Un sistema de mejora de luminosidad montado en la cabeza ha demostrado mejorar el rendimiento visual en términos de la agudeza visual, sensibilidad al contraste, movilidad y orientación en los pacientes con discapacidad visual con ceguera nocturna, en condiciones tales como la retinosis pigmentaria (Friedburg et al., 1999; Spandau et al., 2002).

La magnificación y la distancia de trabajo están relacionados con la velocidad de lectura (Goodrich et al., 1980).

En la actualidad las ayudas ópticas siguen siendo la ayuda más adaptada. Las ayudas que se utilizaron con mayor frecuencia fueron las lupas (61%), seguidas de lentes oftálmicas para la visión cercana (34%), telescopios monoculares (20%) y circuitos cerrados de televisión (20%).⁷⁰

Respecto a las ayudas electrónicas destinadas a la orientación y la movilidad, la comparación entre estos dispositivos es complicada (no existen cuestionarios específicos validados que permitan comparar directamente los diferentes dispositivos). No se han encontrado diferencias entre el uso de uno u otro sistema debido a las necesidades específicas a conseguir por cada sujeto.

Se lleva a cabo un estudio con el objetivo de comparar el rendimiento obtenido con los HMD de manera subjetiva, es decir mediante las respuestas indicadas de los usuarios en un cuestionario de calidad de vida "VF-14". En el estudio se evalúa el rendimiento de los usuarios con el uso de cuatro dispositivos HMD. En el estudio participaron 20 pacientes, todos presentaban alguna patología macular. A cada usuario se prestó dos ayudas (una semana con cada ayuda). Las respuestas que se obtuvieron mostraron que ningún EVES se mostró con fuerte preferencia por parte de los sujetos. El dispositivo que obtuvo las mejores calificaciones en cuanto a la calidad de imagen y capacidad de magnificar fue Flipperport en un primer contacto de los usuarios con los dispositivos, sin embargo tras un tiempo de entrenamiento y familiarización de los sujetos con los dispositivos, no hubo diferencias significativas entre los dispositivos. Se observó también que a medida que aumentaba la velocidad de lectura (mejoría de hasta 60 palabras por minuto) las puntuaciones eran más altas. El 95% de los casos tenía poca o ninguna dificultad a la hora del manejo de la ayuda.⁷¹

Hay datos indican que el uso del detector de obstáculos podría aumentar el rendimiento de la movilidad con el bastón blanco. El dispositivo de detección de obstáculos se debe utilizar en conjunto con el bastón blanco para lograr la mejor velocidad de la movilidad y la protección del cuerpo.⁷²

A pesar de la llegada de las ayudas electrónicas inteligentes, el bastón blanco sigue siendo el dispositivo más popular. Las diferencias entre el bastón guía tradicional y las alternativas electrónicas se resumen en la siguiente tabla:
56

Bastón	Detector de obstáculos electrónico
Barato (20€ aprox.). El remplazo por pérdida o daño es factible.	Caro. El 'K' Sonar cuesta aprox. 500€ y el Utracane entre 750-900€.
Fiable	Está sujeto a fallos y requiere mantenimiento.
No interfiere con la audición.	Las señales acústicas pueden bloquear las señales naturales
Detecta solamente a nivel del suelo.	Puede ser diseñado para detectar hasta altura de la cabeza, pero puede no detectar algunos obstáculos importantes a nivel del suelo (por ejemplo, bordillos).
De corto alcance (1-2 metros dependiendo de la longitud del bastón).	Puede ser diseñado para funcionar a distancias más largas.
Requiere exploración activa constante.	Requiere exploración activa constante.

El bastón electrónico no tiene fácil manejo, necesita un período de entrenamiento. Lo más complicado es que los usuarios aprendan a interpretar las señales emitidas por el dispositivo y a construir referencias a partir de estos símbolos.⁷³

La eficacia comprobada en el período experimental es del 60%, pero el hecho de que el 40% de los que lo prueban no consigan orientarse no deja de ser un obstáculo para su plena implantación social.⁷³

Evaluación transcurridos un tiempo de utilización con los EVES

Se realizó un estudio en el que se llevó a cabo un seguimiento a los sujetos prescritos con EVES, durante 2 años. Los resultados obtenidos muestran que el 85-90% de los sujetos siguen utilizando los EVES y les resulta de utilidad y demuestran el uso eficiente de la misma (Goodrich *et al.*, 1980 ; Watson *et al.*, 1997). Uno de los inconvenientes de los EVES es el elevado precio.⁷⁴

En otro estudio realizado con el fin de conocer la satisfacción (mediante un cuestionario) de los usuarios de las ayudas de baja visión. Se observó que la mayoría de los pacientes de baja visión está muy satisfecho con las ayudas de baja visión (más del 90%). El 30% de los pacientes prescritos con un CCTV, lo utiliza a diario. La prescripción temprana de CCTV, generalmente ayudar a preservar la capacidad de lectura.⁷⁵

El uso frecuente de las ayudas de baja visión por parte de la paciente se aseguraba cuando se ofrecía junto con un continuo apoyo profesional.⁷⁶

Las Mejoras en el rendimiento con entrenamiento no parecen estar relacionados con la edad del paciente, la agudeza visual o el nivel de educación. Un trabajo más reciente de Goodrich y Kirby (2001) afirma que el entrenamiento no mejora el rendimiento más allá de cinco sesiones, pero no se dan detalles sobre la duración ni sobre el programa de entrenamiento empleado.

En otro estudio que tenía como objetivo evaluar la efectividad de unas gafas de visión nocturna (Nivis), los resultados obtenidos fueron que:⁷⁶

1. En condiciones escotópicas, la mayoría de los pacientes mostró un mejoría en la agudeza visual y en las pruebas de sensibilidad de contraste, con el Nivis.
2. En condiciones mesópicas, la mejoría con el Nivis fue muy escaso. Los autores concluyeron que los pacientes con la visión nocturna dañada pueden beneficiarse del Nivis al realizar tareas que requieran buen contraste y la percepción del movimiento.⁷⁶

8. Conclusiones

1. Las ayudas electrónicas son una herramienta muy eficaz para mejorar la calidad de vida de las personas de baja visión aunque en la actualidad su adaptación en las consultas es baja debido a su elevado coste.

2. A pesar de todos los aportes de las ayudas electrónicas en la mejora de SC, ampliación de campo y mejora de imagen, hay tareas concretas en que las ayudas ópticas convencionales tienden a tener un rendimiento similar.

3. La mayoría de estudios se centran en dispositivos para la lecto-escritura, debido a que la lectura es la actividad de recuperación más demandada en los SRV.

4. Existen muchos estudios que ponen de manifiesto las mejoras tanto objetivas como subjetivas conseguidas mediante la utilización de los EVES, así como otros estudios que confirman la satisfacción de parte de los usuarios con las ayudas electrónicas tras un tiempo de utilización.

5. Permiten conseguir mayores aumentos que otras ayudas convencionales. Por lo tanto deben de ser una ayuda visual más a tener en cuenta, sobre todo en las personas en las que las ayudas ópticas convencionales no les permite la realización de alguna tarea, en los casos en los que se requiera un tiempo prolongado de uso y suponga mucho esfuerzo con el uso de las ayudas convencionales y en sujetos donde se hace necesario la prescripción de potencias elevadas.

6. Los avances en investigación sobre este tipo de dispositivos los hacen cada vez más asequibles en cuanto a precio, mejorando su portabilidad y estética además de las mejoras en la calidad de imagen asegurando un incremento futuro en su prescripción, dejando incluso de ser dependientes de ayudas institucionales para la adquisición de la ayuda.

5. Por otra parte, queda un largo y lento camino para que los dispositivos electrónicos se adapten al mismo nivel que las ayudas ópticas convencionales.

9. Agradecimientos

A todas aquellas personas que me han aportado sus conocimientos y ofrecido su apoyo y tiempo, en especial a la tutora de este trabajo, Dra. Rosa M^a Coco Martín por la atención y el tiempo dedicado.

10. Bibliografía

1. Sánchez N. “Una Guía Práctica Para Una Rutina Visual En Baja Visión.” Gaceta Óptica: Órgano Oficial Del Colegio Nacional de Ópticos-Optometristas de España, N°430 (2008): pág.12–15.
2. Usón González E, Sobrado Calvo P, M.I. Avellaneda Guirao MI, López López M. Baja visión y rehabilitación visual: una alternativa clínica. N°:38; Clínica Universitaria de Visión Integral (CUVI). Universidad de Murcia.
3. Maldonado López M.J.; Capítulo 2. Incidencia y causas de la baja visión; En: Coco M, Herrera J, Cuadrado R, De Lázaro J; Manual de Baja Visión y Rehabilitación Visual. Madrid; Editorial Medica Panamericana, S.A; 2015: Pág. 9-16.
4. “OMS | Ceguera Y Discapacidad Visual.” WHO. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>. [Accedido 2 Junio, 2015].
5. Gaceta Óptica. 2008. N° 421: Pág. 38.
6. Técnicos de la O.N.C.E., Discapacidad visual y autonomía personal. Enfoque práctico de la rehabilitación .Perspectiva general de las personas con discapacidad visual, servicios de rehabilitación integral, Organización nacional de ciegos Españoles (O.N.C.E.), SA; 2011.
7. Margrain TH. Helping blind and partially sighted people to read: the effectiveness of low vision aids. British Journal of Ophthalmology. 2000; 84(8): pág. 919–21
8. Arregui B, Romero E; Ayudas técnicas para personas con sordoceguera; Capitulo 9; disponible en: <http://www.once.es/otros/sordoceguera/HTML/capitulo09.htm> . [Accedido 8 Junio, 2015].
9. Foundations of Orientation and Mobility, Volumen 1 editado por William R. Wiener, Richard L. Welsh, Bruce B. Blasch, 2011.
10. Wolffsohn JS, Peterson RC. A review of current knowledge on Electronic Vision Enhancement Systems for the visually impaired. Ophthalmic Physiol Opt. 2003; 23(1): 35–42.
11. M.L. Jackson, MD. Reading success with a video magnifier in patients with central vision loss. Part I: Recent papers and Research in Low Vision. Orlando 2011. AAO.
12. Ji, Y. H., Park, H. J. & Oh, S. Y. Clinical effect of low vision aids. Korean J. Ophthalmol. KJO. 1999; 13: pág. 52–56
13. Tecnología y discapacidad visual. Necesidades tecnológicas y aplicaciones en la vida diaria de personas con ceguera y deficiencia visual. Madrid, 2004. Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). ISBN: 84484-0125-5: pág. 214-219.
14. Catálogo de ayudas del Centro de Investigación y Aplicación Tiflotecnica (CIDAT). Disponible en: [www.http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=5](http://cidat.once.es/home.cfm?excepcion=5) . [Accedido: 9 Junio, 2015].
15. “Amigo HD - Portable Low Vision Electronic Magnifier.”. Disponible en: <https://www.enhancedvision.com/low-vision-product-line/amigo-hd-portable-electronic-magnifier.html>. [Accedido: 14 Junio, 2015].
16. Instituto nacional de ciegos. “Reconocedor Óptico de Caracteres – OCR.” PORTAL INCI. Disponible en: <http://www.inci.gov.co/promocion-de-tics/reconocedor-optico-de-caracteres-ocr>. [Accedido: 14, Junio, 2015].

17. Ros ÁM. DISCAPACIDAD VISUAL Y TIFLOTECNOLOGÍA: 5.4.6. Escáner y programas de reconocimiento óptico de caracteres (O.C.R) [Internet]. DISCAPACIDAD VISUAL Y TIFLOTECNOLOGÍA. 2012. [Disponible en: <http://disvisualytiflotecnologia.blogspot.com.es/2012/05/556-escaner-y-programas-de.html>]. [Accedido: 10 Junio, 2015].
18. Jiménez A. (Instructor Tiflotécnico De la D.A. DE ONCE-Jáen); Adaptaciones tiflotécnicas de puesto de estudio. Disponible en: <http://slideplayer.es/slide/1039768/#> [Accedido: 3 Junio, 2015].
19. ABC CÓRDOBA (Córdoba); 28/02/2004, Página 59. [Accedido: 7 Junio, 2015].
20. Lucas, Manuel Valentín de. "Braille Hablado E HyperTerminal." Compartolid.es. Disponible en: <http://www.compartolid.es/braille-hablado-e-hyperterminal/>. [Accedido: 12 Junio, 2015].
21. Marugán I. Discapacidad sensorial [Accedido: 12 Junio 2015]: AYUDAS TÉCNICAS PARA PERSONAS CIEGAS Y DISCAPACITADOS VISUALES [Internet]. Discapacidad sensorial. 2010. [Available from: <http://ticalumnosvisual.blogspot.com.es/2010/02/ayudas-tecnicas-para-personas-ciegas-y.html>]. [Accedido: 7 Junio, 2015].
22. Tecnología y discapacidad visual. Necesidades tecnológicas y aplicaciones en la vida diaria de personas con ceguera y deficiencia visual. Madrid, 2004. Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). ISBN: 84484-0125-5; pág. 202-205.
23. Ros ÁM. DISCAPACIDAD VISUAL Y TIFLOTECNOLOGÍA: 5.4.2. Instrumentos electrónicos que permiten el acceso a la información e internet [Internet]. DISCAPACIDAD VISUAL Y TIFLOTECNOLOGÍA. 2012. Available from: <http://disvisualytiflotecnologia.blogspot.com.es/2012/05/552-instrumentos-electronicos-que.html>. [Accedido: 10 Junio, 2015].
24. Tecnología y discapacidad visual. Necesidades tecnológicas y aplicaciones en la vida diaria de personas con ceguera y deficiencia visual. Madrid, 2004. Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). ISBN: 84484-0125-5; pág. 236-237.
25. "Conversión de Textos a Formato de Audio." 2015. PORTAL INCI. <http://www.inci.gov.co/promocion-de-tics/conversion-de-textos-a-formato-de-audio>. [Accedido: 12 Junio 2015].
26. Servicios Sociales de la ONCE; Audioprescripción. Disponible en: <http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/accesibilidad/audiodescripcion>. [Accedido: 17 Junio, 2015].
27. Tecnología y discapacidad visual. Necesidades tecnológicas y aplicaciones en la vida diaria de personas con ceguera y deficiencia visual. Madrid, 2004. Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). ISBN: 84484-0125-5. Pág.: 243-245.
28. Lengua I, Dunai L, Peris Fajarnés G, Defez B. NAVIGATION DEVICE FOR BLIND PEOPLE BASED ON TIME-OF-FLIGHT TECHNOLOGY. DYNA. 2013; 80(179): pág. 33-41.
29. Quintiàn P., H., Calvo R., J. L., and Fontenla R., O. Aplicación de un robot comercial de bajo coste en tarea de seguimiento de objetos. Dyna, 2012; 79(175): pág. 24-33.
30. Russell, L.; Travel path sounder. Proceedings. Rotterdam Mobility Research Conference. N.Y: American Foundation for the Blind. 1965.
31. Mann, R.W. Mobility aids for the blind-An argument for a computer-based, man-device-environment, interactive, simulation system. Proceedings of Conference on Evaluation of Mobility Aids for the Blind, Washington, DC: Com. on Interplay of Eng. with Biology and Medicine, National Academy of Engineering. 1970; pag. 101-116.
32. Morrisette, D.C., Goddrich, G.L., and Henesey, J.J., A follow-up-study of the Mowat sensor's applications, frequency of use, and maintenance reliability. J. Vis. Impairment Blidness. 1981; 75-6: pag. 244-247.
33. Loomis, J.M., Golledge, R.G., and Klatzky, R.L.; GPS-based navigation systems for the blind. In W. Barfield & T. Caudell Edss. Fundamentals of wearable computers and augmented reality. Mahwah. NJ: Erlbaum. 2011; pag. 429-446.

34. Kuc, R., Binaural sonar electronic travel aid provides vibrotactile cues for landmark, reflector motion and surface texture classification. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*. 2002; 49-10: pág. 1173-1180.
35. Farmer, L. and Smith, D., Adaptive Technology. Book chapter, *Foundations on Orientation and Mobility*. Eds. 2. 1997; pág. 231-260.
36. Tecnología y discapacidad visual. Necesidades tecnológicas y aplicaciones en la vida diaria de personas con ceguera y deficiencia visual. Madrid, 2004. Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). Pág.: 386-388.
37. Farmer, L.W., Mobility devices. *Bulletin of Prosthetic Research*. 1978; pág. 47-118.
38. ANDO, B., Electronic sensory systems for the visually impaired. *Instrumentation and Measurement Magazine, IEEE*, 2003; 6 (2): pág. 62-67.
39. Loomis, J.M., Golledge, R.G., Klatzky, R.L., and Marston, J.R., Assisting wayfinding in visually impaired travellers. In G. Allen (Ed.). *Applied spatial cognition: From research to cognitive technology*. 179-202. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.
40. Sainarayanan, G., Nagarajan, R., and Yaacob, S., Fuzzy image processing scheme for autonomous navigation of human blind. *Appl. Soft Comput. Journal*. 2007; 7-1: pág. 257-264.
41. Wilson, J., Walker, B.N., Lindsay, J., Cambias, C., and Dellaert, F., SWAN: System for wearable audio navigation. 11th IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'07) Boston. 2007; pág. 91-98.
42. Benham, T.A., Guidance Device for the Blind. *Phys. Today*. 1954; 7-12: pág. 11-14.
43. Benjamin J.M. A review of the veterans administration blind guidance Project, *Bulletin of Prosthetics Research*. 1968; 10: pág. 63-90.
44. Dupress, J.K., The requirements for successful travel by the blind. In L. L. Clark Eds. 1963; 1: pág. 7-11.
45. Farmer, L.W., Travel in adverse weather using electronic mobility guidance devices. *The new outlook for the blind*. 1975; 69-10: pág. 433-439.
46. Petrie, H., Johnson, V., Strothotte, T., Raab, A., Michel, R., Reichert, L., Schalt, A., MoBIC: An aid to increase the independent mobility of blind travellers. *British Journal of Visual Impairment*. 1997; 15-2: pág. 63-66.
47. Loomis, J., Re: Digital Map and Navigatio System for the Visually Impaired. *Comunicación personal*, 1985.
48. Loomis, J.M., Golledge, R.G., and Klatzky, R.L., GPS-based navigation systems for the blind. In W. Barfield & T. Caudell Edss. *Fundamentals of wearable computers and augmented reality*. Mahwah. NJ: Erlbaum. 2001; pág. 429-446.
49. Douglas, G., Tobin, M., Bozic, N., Hill, and E, MOBIC: a system for facilitating independent mobility and navigation for blind people. *Proceedings of ICEVI's Xth World Conference*, Sao Paolo. Brazil. 3-8 August. 1997.
50. Strothotte, T., Petrie, H., Johnson, V., and Reichert, L., MoBIC: user needs and preliminary design for a mobility aid for blind and elderly travellers. *British Journal of Visual Impairment*. 1997; 15-2: pág. 63-66.
51. Loomis, J.M., Golledge, R.G., and Klatzky, R.L., Navigation Systems for the blind: Auditory display modes and guidance. *J. Presence*. 1998; 7, N°2: pág. 193-203.
52. "Nuevo Bastón Inteligente Ayuda a Los Ciegos a Evitar Obstáculos." 2015. *Tendencias 21. Ciencia, Tecnología, Sociedad Y Cultura*. http://www.tendencias21.net/Nuevo-baston-inteligente-ayuda-a-los-ciegos-a-evitar-obstaculos_a20626.html. [Accedido: 12 Junio 2015].
53. "Un Bastón Para Ciegos Que Reconoce Caras." *Tendencias 21. Ciencia, Tecnología, Sociedad Y Cultura*. 2015. http://www.tendencias21.net/Un-baston-para-ciegos-que-reconoce-caras_a40392.html. [Accedido: 12 Junio 2015].

54. Recarte J. "Un Bastón Inteligente Para Guiar a Personas Ciegas." ABC.es, Madrid, 2015. <http://www.abc.es/sociedad/20150507/abci-baston-ciegos-inteligente-201505061334.html>. [Accedido: 12 Junio 2015].
55. Penalva J. "Unas Gafas Que Ayudan a Detectar Obstáculos Ya Se Prueban En España." Xataka, 2012. <http://www.xataka.com/otros/unas-gafas-que-ayudan-a-detectar-obstaculos-ya-se-prueban-en-espana>. [Accedido: 14 Junio 2015].
56. Edwards, A. D. N.; Auditory display in assistive technology.; En: Hermann, T., Hunt, A., Neuhoff, J. G.; The Sonification Handbook (chapter 17); Berlin, Germany; Logos Publishing House; 2011; ISBN 978-3-8325-2819-5: pág. 431–453.
57. Taylor J, Bambrick R, Dutton M, Harper R, Ryan B, Tudor-Edwards R, et al. The p-EVES study design and methodology: a randomised controlled trial to compare portable electronic vision enhancement systems (p-EVES) to optical magnifiers for near vision activities in visual impairment. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2014; 34(5): pág. 558–72. [Retrieved from www.scopus.com].
58. Wolffsohn JS, Peterson RC. A review of current knowledge on Electronic Vision Enhancement Systems for the visually impaired. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2003; 23(1): pag. 35–42.
59. Peterson RC, Wolffsohn JS, Rubinstein M, Lowe J. Benefits of electronic vision enhancementsystems (EVES) for the visually impaired. *American Journal of Ophthalmology* 2003; 136(6): pág. 1129–35.
60. Culham LE, Chabra A, Rubin GS. Clinical performance of electronic, head-mounted, low-visiondevices. *Ophthalmic and Physiological Optics* 2004; 24(4): pág. 281–90.
61. M.L. Jackson, MD. Reading success with a video magnifier in patients with central vision loss. Part I: Recent papers and Research in Low Vision. Orlando 2011. AAO.
62. Christoforidis JB, Tecce N, Dell'Omo R, Mastropasqua R, Verolino M, Costagliola C. Curr Drug Targets. Age related macular degeneration and visual disability. 2011; 12(2): pág. 221-33.
63. Virgili G, Acosta R, Grover LL, Bentley SA, Giacomelli G. Reading aids for adults with low vision. The Cochrane database of systematic reviews. 2013; 10. [Retrieved from www.scopus.com]
64. Goodrich GL: Applying video and microcomputer technology in a low vision setting. *Ophthalmol Clin North Am* 7:177, 1994.
65. Sloan, LL: Evaluation of closed-circuit television magnifiers. *Sight Sav Rev* 44:123, 1975.
66. Legge, G. E., Rubin, G. S. Psychophysics of reading. IV. Wavelength effects in normal and low vision. *J. Opt. Soc. Am.* 1986; A 3: 40–51.
67. Ehrlich D. A comparative study in the use of closed-circuit television reading machines and optical aids by patients with retinitis pigmentosa and maculopathy. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1987; 7(3): pág. 293–302.
68. Jacobs, R. J. Screen color and reading performance on closed-circuit television. *J. Vis. Impair. Blindness.* 1990; 84: pag. 569– 572.
69. De Castro CTM, Berezovsky A, de Castro DDM, Salomão SR. Visual rehabilitation in patients with retinitis pigmentosa. *Arquivos Brasileiros De Oftalmologia.* 2006; 69(5): pag. 687–90.
70. Fröhlich SJ, Lackerbauer CA. [Quality control in rehabilitation of patients with visual impairment: evaluation of use and benefits of optic and electronic devices]. *Ophthalmologe.* 2006; 103(12): pag. 1038–43.
71. Culham LE, Chabra A, Rubin GS. Users' subjective evaluation of vision enhanced electronic in systems. *Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)* 2009; 29(2): pag.138-49.

72. Lee C-, Chen C-, Sung P-, Lu S-. Assessment of a simple obstacle detection device for the visually impaired. *Appl Ergon* [Internet]. 2014; 45(4): pag.817-24. [Available from: www.scopus.com]

73. Comienza a comercializarse un bastón electrónico para ciegos [Internet]. *Tendencias 21. Ciencia, tecnología, sociedad y cultura*. Available from: http://www.tendencias21.net/Comienza-a-comercializarse-un-baston-electronico-para-ciegos_a283.html . [Accedido: 15 Junio 2015]

74. Goodrich, G. L., Mehr, E. B. Darling, N. C. Parameters in the use of CCTV's and optical aids. *Am. J. Optom. Physiol. Opt.* 1980; 57: 881–892.

75. Rohrschneider K, Kiel R, Pavlovska V, Blankenagel A. [Satisfaction with low vision aids]. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2002; 219(7): pág. 507–11.

76. Fröhlich SJ, Lackerbauer CA. [Quality control in rehabilitation of patients with visual impairment: evaluation of use and benefits of optic and electronic devices]. *Ophthalmologe.* 2006; 103(12): pág. 1038–43.

77. Friedburg, C., L. Serey, L. T. Sharpe, S. Trauzettel-Klosinski, and E. Zrenner. 1999. "Evaluation of the Night Vision Spectacles on Patients with Impaired Night Vision." *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology = Albrecht Von Graefes Archiv Für Klinische Und Experimentelle Ophthalmologie* 237 (2): pág. 125–36.