



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE MEDICINA

Máster en Rehabilitación Visual

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

**“AYUDAS ELECTRÓNICAS PARA PACIENTES CON
DISCAPACIDAD VISUAL”**

Presentado por: Sara López Jiménez

Tutelado por: Elena Martínez Plaza

En Valladolid a, 5 de Julio del 2019

ÍNDICE

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	1
1. RESUMEN.....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	5
4. METODOLOGÍA.....	5
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
5.1. LUPAS ELECTRÓNICAS Y CIRCUITOS CERRADOS DE TELEVISIÓN.....	6
5.2. GAFAS INTELIGENTES.....	10
5.2.1. JORDY.....	10
5.2.2. ORCAM.....	11
5.2.3. RETIPLUS.....	12
5.2.4. ESIGHT.....	13
5.2.5. EYESYNTH.....	13
5.2.6. NUEYES	14
5.2.7. IRISVISION.....	15
5.3. BASTONES ELECTRÓNICOS Y AYUDAS DE MOVILIDAD.....	17
5.4. APLICACIONES MÓVILES DISPONIBLES.....	21
5.4.1. IDENTIFICACIÓN OBJETOS.....	21
5.4.2. VOZ.....	21
5.4.3. COLOR	22
5.4.4. DETECCIÓN ILUMINACIÓN.....	22
5.4.5. LUPAS.....	23
5.4.6. ORIENTACIÓN.....	23
5.4.7. OTRAS APLICACIONES.....	24
5.5. DISPOSITIVOS BRAILLE.....	25
6. CONCLUSIONES.....	27
7. BIBLIOGRAFÍA.....	28

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AV: AGUDEZA VISUAL

CCTV: CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN

CV: CAMPO VISUAL

DMAE: DEGENERACIÓN MACULAR ASOCIADA A LA EDAD

DV: DISCAPACIDAD VISUAL

FO: FONDO DE OJO

IR: INFRARROJOS

LVES: LOW VISION ENHANCEMENT SYSTEM

MM: MIOPIA MAGNA

NO: NERVIO ÓPTICO

OMS: ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

ONCE: ORGANIZACIÓN NACIONAL DE CIEGOS ESPAÑOLES

O&M: ORIENTACIÓN Y MOVILIDAD

RD: RETINOPATÍA DIABÉTICA

RP: RETINOSIS PIGMENTARIA

SC: SENSIBILIDAD AL CONTRASTE

VL: VISIÓN LEJANA

VP: VISIÓN PRÓXIMA

1. RESUMEN

En este trabajo de revisión bibliográfica se muestra una recopilación de las ayudas electrónicas existentes actualmente para personas con discapacidad visual. El estudio abarca desde las ayudas electrónicas más comunes como lupas electrónicas portátiles y lupas televisión, hasta todas aquellas ayudas que están surgiendo dentro y fuera de este ámbito de ayudas técnicas, gracias a los continuos avances tecnológicos. Se aporta una descripción detallada de las características técnicas, sus principales funciones y uso y los pacientes a los que están destinadas.

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos científicas, así como en las webs de referencia de las casas comerciales de los distintos dispositivos y en las principales tiendas de aplicaciones móviles tanto de Android como de Apple. Se encontraron un total de 30 ayudas de las cuales 4 son referentes a formatos de lupas electrónicas, 7 pertenecen a sistemas de gafas inteligentes, 4 a sistemas complementarios al bastón de movilidad, 12 aplicaciones móviles que ayudan en múltiples áreas: 2 de ellas dirigidas a la identificación de colores, 4 de ellas a la lectura, 2 al reconocimiento de objetos, 3 a la orientación y movilidad y 1 como asistente online para personas con discapacidad visual. Por último, se presentan 3 dispositivos Braille, los cuales son de los más novedosos y avanzados.

Principalmente, los sistemas como lupas electrónicas y circuitos cerrados de televisión están modificando sus formatos para poder ser usadas en más ámbitos y con mayores prestaciones. Las gafas inteligentes, facilitan la realización de actividades en visión próxima e intermedia, trabajando con aumentos elevados, distancias de trabajo más ergonómicas y pudiendo controlar el brillo, el contraste y el procesado final de la imagen. Adicionalmente, las ayudas complementarias al bastón constituyen una ayuda eficaz para la movilidad ofreciendo una mayor seguridad a sus usuarios, sobre todo en ambientes desconocidos. En cuanto a las aplicaciones móviles, buscan facilitar las actividades de la vida diaria de las personas con discapacidad visual, mediante App's de fácil accesibilidad. Finalmente, los nuevos dispositivos Braille son más avanzados y económicos permitiendo acercar la información y facilitar el proceso educativo y laboral de sus usuarios.

Todas estas ayudas electrónicas, las cuales están en constante fase de evolución e investigación, permiten potenciar al máximo el resto visual de las personas con discapacidad visual, otorgándoles una mayor autonomía, independencia y calidad en sus actividades de la vida diaria.

Palabras clave: App visually impaired, assistive technology, augmented reality display, CCTV, electronic device, electronic magnifier, face recognition, head-mounted display, low vision aids, reading electronic.

2. INTRODUCCIÓN

La Discapacidad Visual (DV) se define como una reducción de la capacidad visual para realizar las actividades que un individuo sin dicha discapacidad sí puede realizar y esto le ocasiona dificultades en su integración social, educativa y laboral y en sus actividades de la vida diaria. Todo ello debido a una reducción en la función visual no operable ni mejorable con la mejor compensación posible, que hace que el individuo posea en el mejor ojo una Agudeza Visual (AV) menor o igual a 0,3 decimal y/o un Campo Visual (CV) menor o igual a 20° desde el punto de fijación.

Por otro lado, en cuanto a la ceguera, no existe una definición universal, pero la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012) estima que tiene que haber una AV menor o igual a 0,05 decimal. En España, el límite de ceguera legal para poder acceder a la afiliación a la Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE, 2018) es de una AV menor o igual a 0,1 decimal y/o poseer un CV menor o igual de 10°, desde el punto central de fijación.

Incidencia y causas de la Baja Visión

La OMS en su último informe (OMS, 2018), estima que existen 188,5 millones de personas en el mundo con discapacidad visual moderada, 217 millones de personas con una deficiencia visual moderada-grave, que se englobarían dentro de las personas con Baja Visión y 36 millones de personas ciegas. Siendo las principales causas de Baja Visión los errores refractivos no compensados, las cataratas no operadas, la Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE) y la Retinopatía Diabética (RD). Por otro lado, los principales casos de ceguera son debidos a cataratas no operadas, errores refractivos no compensados y el Glaucoma.

Atendiendo a los últimos datos publicados por la OMS, el 80% de los casos mundiales con DV se pueden prevenir o curar. Del mismo modo, nos informa que más del 80% de los casos de ceguera o DV moderada-grave ocurren en personas mayores de 50 años. Comprobándose que la edad es un factor determinante, ya que en las proyecciones para 2050 donde se espera un envejecimiento veloz de la población, se pasará de 36 millones de personas con ceguera a 115 millones.

En los países desarrollados, las principales causas de DV y ceguera vienen dadas por las cataratas seniles, el Glaucoma, la DMAE, la Miopía Magna (MM) y la RD (National Eye Institute, 2008). Debe ser tenido en cuenta que cuatro de estas cinco patologías están relacionadas con la edad y que como se ha comentado anteriormente, se espera un envejecimiento considerable de la población mundial, algo que ya se está registrando en nuestro país (Abellán, Ayala, Pérez y Pujol, 2018), siendo considerada España como uno de los países más envejecidos de Europa, donde la población mayor de 65 años crece a grandes pasos suponiendo actualmente el 18,8% de la población y se espera que en las proyecciones para 2066, ese porcentaje aumente y sea del 34,6%. A su vez, el número de octogenarios también está aumentando considerablemente y España se encuentra entre las tasas más altas de Europa y del mundo en cuanto a esperanza de vida (85,8 años las mujeres y 80,3 años los hombres).

En España la primera causa de afiliación a la ONCE es la MM (ONCE, 2018), seguida de las Degeneraciones de Retina y de las Maculopatías, que engloban aquellas patologías con pérdida de CV central. Le siguen las patologías referentes al nervio óptico, que cursan principalmente con problemas de CV periférico. Factores a tener en cuenta de cara a las posibles ayudas ópticas y no ópticas que se le puedan ofrecer a estos pacientes desde un servicio Optométrico y de Rehabilitación Visual para obtener el máximo aprovechamiento posible del resto visual existente.

Justificación

La alta incidencia de discapacidad visual ha motivado el desarrollo de nuevos sistemas que ayuden a estos pacientes en sus Actividades de la Vida Diaria (AVD), sin dejar de lado las ayudas ópticas ya existentes. Estamos siendo testigos de la existencia de una población cada vez más envejecida, pero a la vez más activa, con edades de jubilación en aumento (MINISTERIO DE TRABAJO, 2019) que llevan a muchos pacientes a lidiar con su patología ocular y con los cambios que ella genera, en su ámbito no solo privado y de ocio, sino también laboral.

El envejecimiento lleva en gran parte de los individuos a una pérdida de autonomía, la cual se ve más agravada si se le añade la existencia de una discapacidad, en este caso, una DV. Existen ayudas técnicas que permiten mantener o mejorar la autonomía de las personas, favoreciendo una mejor calidad de vida. La OMS posee una lista de las 50 ayudas técnicas prioritarias (OMS, 2016) que considera que son imprescindibles y para las cuales deberían poder tener acceso todas las personas que lo requieran. Entre estas ayudas están los equipos de escritura Braille, las lentes ópticas y filtros, las lupas ópticas, los bastones blancos y las lupas electrónicas, entre otras.

Las lupas electrónicas y otros dispositivos electrónicos más novedosos se hacen cada vez más hueco en nuestra sociedad, evolucionando a gran velocidad, ya que buscan personalizarse y adaptarse a las necesidades y exigencias de estos nuevos pacientes con DV.

A su vez vivimos en una sociedad cada vez más digitalizada. Las nuevas tecnologías se introducen en nuestro día a día a gran velocidad y a edades cada vez más tempranas. A pesar de estar inmersos en este mundo digital, debemos tener en cuenta la situación particular del paciente que tenemos ante nosotros. Valorar el estado funcional de su visión, el objetivo principal y todas las opciones posibles de prescripción, siendo conscientes de que, aunque esté la ayuda electrónica muy evolucionada y desarrollada, puede no adaptarse completamente a nuestro paciente, a las condiciones personales del mismo, su movilidad y a su entendimiento de la misma.

Las variables visuales que se van a tener en cuenta frente a prescribir una ayuda u otra, serán el CV que tenga afectado el paciente, ya sea central o periférico, su AV, si ya usa alguna ayuda de Baja Visión y cómo se desenvuelve con ella, además de su manejo con dispositivos electrónicos en general y sus capacidades motoras. Para la prescripción de ayudas electrónicas más novedosas, es importante conservar una buena coordinación y motilidad tanto de cabeza como de manos y poseer motivación de cara a hacer frente a una nueva tecnología. Por tanto, atendiendo a todas estas variables, se expondrá a lo largo del presente trabajo diferentes ayudas electrónicas existentes.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Identificar las ayudas electrónicas disponibles para pacientes con discapacidad visual y su funcionalidad de cara a su uso en rehabilitación visual.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Identificar las ayudas electrónicas más convencionales y las más innovadoras, conociendo sus ventajas y desventajas de uso, así como a los pacientes a los que van destinadas.

4. METODOLOGÍA

Se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de ciencias de la salud como Pubmed, PortalONCE, Dialnet, Google Scholar, ResearchGate y en libros. Asimismo, se realizó una búsqueda detallada de las diferentes aplicaciones móviles disponibles en Google Play de Android y en Apple Store de iOS, formando parte del presente trabajo las apps más descargadas para su fin. Adicionalmente se han consultado las páginas webs referentes a las casas comerciales cuya ayuda electrónica forma parte del presente trabajo.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. LUPAS ELECTRÓNICAS Y CIRCUITOS CERRADOS DE TELEVISIÓN

- **LUPAS ELECTRÓNICAS**

Descripción técnica de la ayuda

Dispositivos electrónicos portátiles, a pilas o mediante una batería interna, que disponen de una cámara, de una pantalla e incluso algunos modelos permiten su conexión a una pantalla externa de ordenador o de televisión. Suelen ser de poco peso, en torno a unos 200 gramos y con pocos botones, los cuales son de gran tamaño, con colores llamativos y con ayuda táctil en relieve para facilitar su uso a todo tipo de usuarios. Además, permiten realizar capturas de imagen a las que posteriormente poder aplicar los cambios deseados.

Funciones principales y formas de uso

- Modificar el aumento de la imagen hasta 24x en las más sencillas y hasta 50x en las más avanzadas
- Cambiar el brillo y el contraste mediante cambios de polaridad entre letra y fondo

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2006), la polaridad positiva son letras negras frente a un fondo blanco, donde los bordes de los caracteres se aprecian más nítidos. Por otro lado, la polaridad negativa son letras blancas sobre fondo negro, la letra se aprecia más legible y los parpadeos ocasionados en la imagen del dispositivo, sobre todo cuando los aumentos son elevados, son menos perceptibles. A su vez la polaridad negativa se ha demostrado que permite velocidades de lectura de un 10% a un 50% más rápido en pacientes con DV, con un mejor reconocimiento de los caracteres y evitando el efecto negativo que produce el brillo del fondo blanco dentro de los medios oculares, pudiendo disminuir la capacidad lectora (Legge, 2016). Además, mejorando el contraste del texto el paciente puede reducir el aumento necesario (Ehrlich, 1987) lo que le permite lecturas con un mayor campo de visión.

Pueden ser utilizadas pegadas al texto para la lectura y tener las manos libres o con una ligera inclinación con un soporte plegable incorporado que permite ser usado para realizar escritura puntual como puede ser la firma de un documento. Entre sus usos principales están las lecturas puntuales, visualización de precios, fechas de caducidad de productos y gestión de recibos. Y los modelos que permiten visión lejana ofrecen la opción de visualizar carteles o señales presentes en la calle, precios en escaparates, opciones en una cafetería, etc.

Pacientes a los que va dirigido

Se trata de una ayuda adecuada para pacientes con defectos de CV central que necesiten aumentos elevados sin ocasionarles grandes pérdidas de campo y para pacientes con pérdida de CV periférico, permitiéndoles mayores CV en la lectura que con otros dispositivos cuando aumentan el tamaño de la letra.

Para este tipo de ayudas es necesaria una buena coordinación oculo-manual. La cual requerirá entrenamiento al comienzo del uso de la misma. Cuando se trabaja con grandes aumentos, pequeños movimientos del dispositivo llevan a grandes movimientos de la imagen.

El paciente debe usar referencias visuales que le guíen durante la exploración con la lupa sobre el texto. Algunas de estas lupas poseen la cámara en el centro de la misma y otras en el lateral, lo que hace que éstas últimas tengan un proceso más complejo de aprendizaje.

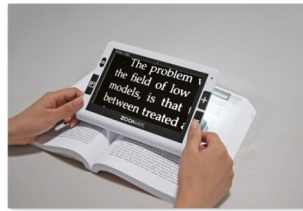


Figura 1: Lupa electrónica.
Recuperado de:
<https://www.desertcart.ae>

- **CIRCUITOS CERRADOS DE TELEVISIÓN (CCTV)**

Descripción técnica de la ayuda

Modelos electrónicos de sobremesa o portátiles (*Figura 2*), de mayor peso y más voluminosas que las lupas electrónicas convencionales, que constan de una cámara enfocable o con auto enfoque y una pantalla o monitor que permite su uso en casa, en el trabajo o incluso algunos modelos permiten una mejor portabilidad para llevarlos a clase, a cursos, al trabajo, etc.

Funciones principales y forma de uso

- Aumentos elevados hasta 60x
- Campo visual muy amplio e imagen de alta resolución
- Ergonomía excelente
- Opción de voz
- Cambios de brillo y contraste con cambios de polaridad entre letras y fondo.
- Posibilidad de poseer dos cámaras, una para usar en Visión Próxima (VP) y otra para usar en Visión Lejana (VL)

Permiten mayores aumentos que las lupas electrónicas de mano, ofreciendo a su vez un campo visual mayor y otorgando al usuario una ergonomía excelente, tal como podemos observar en la *Tabla 1*.

Entre sus usos principales está la lectura prolongada, visualización de fotografías, tareas manuales, dibujar, maquillarse, etc. Y el formato de dos cámaras es muy útil en ambientes escolares, para enfocar con una de ellas el texto situado sobre la mesa del alumno y la otra sobre la pizarra de forma simultánea. Se trata de una ayuda muy completa, con grandes posibilidades visuales, pero de precio y peso elevado.

Pacientes a los que va dirigido

Indicado principalmente para pacientes con AV muy bajas y/o con pérdida de CV periférico muy acusado, para los cuales con otras ayudas los aumentos utilizados reducen tanto el campo visual que no permiten una lectura continua, cómoda y útil (Sobrado, Sánchez, 2015).



Figura 2: Circuito cerrado de televisión. Recuperado de: www.ablezone.com

Requieren una buena coordinación ojo-mano, ya que el usuario estará mirando hacia la pantalla mientras mueve el texto que en ella aparece y su velocidad lectora con este dispositivo dependerá principalmente del tiempo que tarde el paciente en realizar el cambio de renglón mediante un movimiento de retroceso a través de la fila ya leída para pasar a la siguiente (Harland, Legge, Luebker, 1998).

Tabla 1. Comparativa lupa electrónica de mano vs. circuito cerrado de televisión

Ayuda electrónica	Aumento límite	Campo Visual	Ergonomía dada por la distancia de trabajo
LUPA ELECTRÓNICA	Hasta 22x	Bueno	Muy buena
CCTV	Hasta 60x	Muy bueno	Muy buena

CCTV: Circuito Cerrado de Televisión

Una variante del CCTV, es el Ratón magnificador (Figura 3), donde la cámara se localiza en la base de un ratón similar a los usados para el ordenador, que permite su desplazamiento sobre el texto que se quiere visualizar, además de aumentar y modificar la imagen final sobre una pantalla.



Figura 3: Ratón magnificador. Recuperado de: www.maxiaids.com

- **EL FUTURO DE LOS CCTV: DISPOSITIVO ABLECENTER**

Descripción técnica de la ayuda

Dispositivo electrónico que permite su instalación en el techo de aulas, salas de reuniones o salas de conferencias (Figura 4) y permite al usuario con DV visualizar la pizarra o la pantalla sobre la que se esté proyectando una presentación directamente en su dispositivo tablet u ordenador y aplicar sobre dicha imagen las modificaciones que sean necesarias.

Funciones principales y forma de uso

- Cambiar el aumento, el color, la iluminación y el contraste mediante la polaridad
- Visualizar, ampliar y rotar las imágenes captadas
- Dispone de reconocimiento óptico de caracteres con transmisión del texto por voz
- Permite captar directamente la señal de la presentación que se esté proyectando

A su vez el dispositivo permite memorizar planos de visualización y ediciones de imagen y pasar de unos a otros de forma inmediata mediante códigos sencillos sobre el teclado del dispositivo que se esté utilizando.

Pacientes a los que va dirigido

Estudiantes con DV, trabajadores y cualquier persona que acuda a cursos o conferencias donde se haga uso de una presentación o de una pizarra para un número elevado de personas.



Figura 4: AbleCenter. Recuperado de: www.ablecenter.no

Discusión

Este tipo de ayudas electrónicas consiguen mayores aumentos que una lupa óptica, además de un mayor campo visual, una distancia de trabajo mayor y más ergonómica y evitan las aberraciones que produciría una lente (Wolffsohn, Peterson, 2003)

Cuando se necesitan aumentos elevados con ayudas ópticas, se pone en juego la corta distancia de trabajo, una menor ergonomía, un campo visual reducido y tareas como la lectura se ven afectadas perdiendo eficacia visual. En cambio, las distancias de trabajo habituales con este tipo de ayudas son mayores, por ejemplo, en los CCTV están en torno a los 30cm-45cm (Palancar, Hernandez, 2017) pero serán variables en función del paciente, de su confort visual y de su velocidad de lectura. Además, cuando se trata de este último factor, estudios recientes (Feng, et al., 2017) han evaluado la velocidad de lectura con sistemas iluminados, como lupas electrónicas y tablets frente a textos impresos o no iluminados. Obteniendo que las ayudas iluminadas permiten mayores velocidades de lectura y mayor confort visual. A su vez, la existencia de luz en el dispositivo es una ventaja en su uso independientemente de la luz ambiente existente (Legge, 2016).

En cuanto a otras ventajas, los CCTV permiten un uso prolongado (Goodrich, Mehr, Darling, 1980) con mayores periodos de lectura que con ayudas ópticas y mayores velocidades de lectura en visión próxima que con otras ayudas con igual aumento (Goodrich, Kirby, 2001). Existiendo estudios que comparan la velocidad de lectura entre los CCTV y ratones magnificadores y las ayudas ópticas convencionales, obteniendo como resultado que se consiguen mayores velocidades de lectura con estos dispositivos electrónicos que con las ayudas ópticas usadas en el estudio (Virgili, Acosta, Grover, Bentley, Giacomeli, 2015).

5.2. GAFAS INTELIGENTES

Los dispositivos electrónicos han dado un paso más hacia sistemas portátiles, más complejos y desarrollados, de montaje en la cabeza y con un abanico de posibilidades de procesamiento de la imagen cada vez más avanzadas. Se trata de una serie de dispositivos electrónicos que usando la realidad virtual o la realidad aumentada permiten controlar una amplia gama de factores que afectan a la visión residual del paciente, como el brillo, el contraste, el aumento necesario, el CV, etc. La finalidad es aprovechar el resto visual existente, adaptarse a los cambios que se van produciendo en el desarrollo de la patología ocular y ayudar al paciente durante su constante búsqueda de la autonomía personal y el mantenimiento de la misma.



Figura 5: LVES Recuperado de: (Harper, 1999)

Desde el primer dispositivo electrónico en forma de gafa inteligente en 1994 (Figura 5), el Low Vision Enhancement System (LVES), cuyo elevado peso, CV limitado y tiempo de retardo de la imagen, limitaron la integración de este tipo de ayudas en programas de RV (Wittich, 2018). Desde este dispositivo tanto el tamaño, como la funcionalidad y las técnicas de procesamiento de la imagen han evolucionado en gran medida gracias al desarrollo de elementos más novedosos, ya aplicados en la telefonía móvil y cámaras a color de alta resolución (Harper, Culham, Dickinson, 1999)

5.2.1. JORDY

Descripción técnica de la ayuda

Dispositivo que posee doble patente, una como gafa electrónica (Figura 6) y otra como CCTV, al poder colocarse sobre un monitor y actuar como cámara auto-enfocable, con posibilidad de modificar la imagen final. Como gafa electrónica posee un peso de 200 gramos, al que hay que añadir un peso adicional de 500 gramos por el controlador al que está unida. Su batería posee una duración de 8 horas y ofrece la posibilidad de ser colocada sobre la gafa del paciente. Su precio ronda los 4900€.

Funciones principales y forma de uso

- Sistema de auto-enfoque
- Realizar tareas en VP desde los 12cm, Visión intermedia y VL hasta los 6 m
- Aumentos desde 3.5x hasta 20x, cambio de brillo y contraste
- Posibilidad de añadir una lente de aproximación para actividades a corta distancia
- Posibilidad de añadir una pantalla para evitar la entrada de luz del exterior

Es una ayuda con múltiples aplicaciones como: leer, coser, cocinar, ver la TV, escribir, ir a un espectáculo de teatro, al cine, a clase, etc.

Pacientes a los que va dirigido

Es un dispositivo indicado para pacientes con pérdida de CV central y su uso debe ser estático ya que no se puede deambular con él. Indicado para aquellos pacientes que necesitan aumentos elevados, sin perder CV y que quieran trabajar a distancias más cómodas y alejadas.

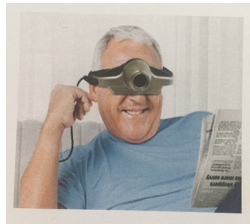


Figura 6: Gafa electrónica JORDY. Recuperado de: www.nelowvision.com

5.2.2. ORCAM

Descripción técnica de la ayuda

Ayuda electrónica con funciones aditivas que se acopla a una de las varillas de la gafa mediante un imán (Figura 7) comportándose como una gafa electrónica. El kit cuenta con una montura de pasta negra estándar para aquellos usuarios que no lleven gafas habitualmente. Es pequeño, discreto, de bajo peso (22,5 gramos), inalámbrico (no necesita cables ni un controlador externo acoplado a él), dispone de una configuración en 15 idiomas y una batería que permite su uso continuado durante 2 horas. Su precio ronda los 3500€-4000€. Es uno de los dispositivos más vendidos en nuestro país y está en constante evolución.

Funciones principales y forma de uso

- Reconocimiento óptico de caracteres con lectura con voz
- Reconocimiento de dinero, colores e información de la hora con un gesto de muñeca
- Reconocimiento de más de 1000 códigos de barras y objetos
- Base de datos ampliable con hasta 100 caras del entorno del paciente
- En su última versión incorpora LED's de uso nocturno, haciendo que el sistema reconozca automáticamente las condiciones de baja iluminación

Es una ayuda destinada a facilitar las AVD de personas con DV de distinto grado, desde ir a comprar, manipular dinero, leer cartas, leer impresos del banco, leer el horario de transporte, etc. Todo ello mediante señalización del texto u objeto con el dedo índice de la mano o con ligeros toques sobre el dispositivo.

Pacientes a los que va dirigido

En cuanto al público al que está destinado, son pacientes con pérdida acusada de Campo visual Central o con una DV severa, que necesitan ayuda para sus actividades diarias en visión próxima e intermedia, sobre todo muy enfocado en el ámbito de la lectura y que ya tengan dificultades para reconocer las caras de las personas. Por otro lado, sus usuarios no deben padecer una pérdida auditiva importante, ya que el dispositivo se comunica únicamente con el usuario mediante voz.



Figura 7: ORCAM. Recuperado de : www.orcam.com

5.2.3. RETIPLUS

Descripción técnica de la ayuda

Gafa electrónica EPSON MOVERIO de realidad aumentada con lentes transparentes (*Figura 8*), de bajo peso (120 gramos), conectada a un controlador mediante un cable con un peso adicional de (130 gramos). Su batería permite un uso continuado del dispositivo durante 5 horas. Dispone de una serie de filtros selectivos que se pueden acoplar a la gafa y una tablet de adaptación. Se trata de una gafa electrónica que debe ser adaptada por un Optometrista especialista en Baja Visión que haya recibido el curso de certificación que le permita adaptar esta ayuda. En 2017 recibió el sello de producto excelente dentro del programa Horizonte 2020 de la Comunidad Europea. Y está avalado su uso por un estudio clínico llevado a cabo por el profesor José Luis Hernández Verdejo de la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid (pendiente de publicación)



*Figura 8: Retiplus. Recuperado de:
www.retiplus.com*

Funciones principales y forma de uso

- Se tiene en cuenta la AV, la SC, la localización de los escotomas y el aumento necesario para el paciente para determinar la zona de visión útil
- Se controla el brillo, el contraste y la localización de la imagen
- Se ubica el estímulo en la posición y con las modificaciones adecuadas según su patología ocular
- Permite su uso en condiciones estáticas y dinámicas, aplicando el modo Blanco/Negro con delimitación de contornos para desplazamientos seguros
- Sirve para el proceso de RV, pautando ejercicios que el usuario realizará individualmente monitorizado por las gafas mientras se realizan grabaciones de las actividades de uso

Pacientes a los que va dirigido

Entre los requisitos para poder usar esta ayuda están el disponer de un CV entre 5° y 15° y una AV mayor de 0,23 decimal. Y estamos ante la única gafa electrónica destinada a paciente con pérdida de CV periférico, ya que sigue siendo un reto mejorar el CV de estos pacientes (Ehrlich et al, 2017), tanto por su complejidad como por la escasez de los mismos en los estudios clínicos que se realizan.

Hay que tener en cuenta que también es la única gafa electrónica que tiene en cuenta la disparidad binocular que padece los pacientes con Baja Visión (Deemer et al, 2018), debido a que la patología presente que cursa con cambios de CV, SC y AV, no afecta por igual a los dos ojos, ni evoluciona en ambos en la misma proporción.

5.2.4. ESIGHT

Descripción técnica de la ayuda

Gafa electrónica de bajo peso (104 gramos), que dispone de dos pantallas constituidas por dos lentes transparentes (Figura 9) y de un acople para introducir la graduación del paciente, además de poder incorporar filtros selectivos si fuera necesario. Dispone de un controlador que se conecta al dispositivo mediante cable. En cuanto al precio, es una de las ayudas más caras existentes actualmente, rondando los 9000€. Su uso es avalado por el Canadian National Institute For The Blind, por la Universidad Johns Hopkins, la Universidad de Michigan, la Universidad de Toronto, la Universidad de Montreal y El Centro para la Retina y Enfermedades Maculares. Y ha sido premiada en 2017 como mejor invento del año por la revista TIMES.



Figura 9: Esight. Recuperado de: www.esighteyewear.com

Funciones principales y forma de uso

- Puede usarse en 3 posiciones diferentes:
 - Superior (permitiendo al usuario ver a través del suplemento con graduación y deambular)
 - Inferior (permitiendo ver a través de sus pantallas y realizar tareas de larga duración)
 - Bióptica (permitiendo realizar tareas puntuales y alternar el uso de la gafa)
- Permite aplicar aumentos hasta 24x y acoplar internamente la graduación del paciente
- Cambiar el color, la polaridad, el brillo y posee reconocimiento óptico de caracteres para lectura de textos con voz

Está destinado para actividades estáticas a distancias próximas, intermedias y lejanas, como ver la TV, leer y escribir.

Pacientes a los que va dirigido

Está diseñado para pacientes con pérdida de CV central que posean como requisito de uso, un CV mayor de 15° y una AV mayor de 0,04 decimal.

5.2.5. EYESYNTH

Descripción técnica de la ayuda

Gafa electrónica (Figura 10) principalmente destinada para personas con DV severa. Consta de 2 cámaras frontales que registran la información del espacio que rodea al usuario, la procesa y la transforma en una señal de sonido muy particular, ya que se trata de un lenguaje abstracto que no usa palabras y que requiere una fase de aprendizaje y entrenamiento. Diseñada como complemento al bastón y no como sustituto del mismo, su precio ronda los 2400€ y se espera que incorpore un sistema GPS de ubicación del usuario, entre otras mejoras futuras.



Figura 10: Eyesynth. Recuperado de:
www.eyesynth.com

Funciones principales y forma de uso

- El sonido que transmite es audio-coclear a través de los huesos del cráneo, dejando los conductos auditivos libres sin aislar al usuario
- Usa un lenguaje abstracto que informa al usuario de la localización de los objetos en el espacio que le rodean
- Interpreta objetos, formas y mide la profundidad de los espacios en tres dimensiones
- Dispone de distintas configuraciones de distancia de rastreo en función del uso, ya sea interno o externo, permitiendo desplazamientos

Usuarios a los que va dirigido

Como requisitos para su uso, el paciente no debe padecer patologías o lesiones en el oído interno, debe tener la edad suficiente para haber desarrollado el lenguaje y poseer una buena Orientación y Movilidad (O&M).

5.2.6. NUEYES

Descripción técnica de la ayuda

Gafa electrónica inalámbrica con aspecto más estético ya que se asemeja al de una gafa de sol (Figura 11). Lleva un controlador remoto en forma de anillo que permite que la gafa no necesite cables. Su batería dura entre 1.5 h y 2 h, pero conectado a una batería externa con cable puede durar hasta 10h. Permite adaptarle la graduación del paciente en una montura interna e incorpora una lente adicional para trabajar en VP. Su precio ronda los 5000€.



Figura 11: Nueyes. Recuperado de:
www.nelowvision.com

Funciones principales y forma de uso

- Reconocimiento óptico de caracteres con lectura con voz
- Visualización de vídeos, TV, leer correos, conectarse a Internet
- Realizar tareas en VP y VL con aumentos hasta 12 x con auto-enfoque
- Cambiar brillo, contraste.

Entre las actividades que permite: leer, escribir, conectarse a Internet vía WIFI, visualizar vídeos y acudir con ella a espectáculos.

Usuarios a los que va dirigida

Está destinada a pacientes con pérdida de CV Central.

5.2.7. IRISVISION

Descripción técnica de la ayuda

Gafa electrónica (Figura 12) de mayor peso, unos 400 gramos que ofrece el mayor campo de visión con respecto a otras gafas electrónicas (Deemer, 2018) y usa un sistema de modificación de imagen únicamente en la zona de interés



*Figura 12: Iris Visión.
Recuperado de: www.irie-at.com*

Funciones principales y forma de uso

- Modifica la imagen solo en la zona de interés visual mediante un sistema de aumento en forma de burbuja
- El sistema de aumento puede modificarse en forma, tamaño y localización
- Su uso es estático

Indicado para actividades tanto en interiores como en exteriores, leer, visualizar fotografías o cuadros, realizar actividades de jardinería, manualidades, etc.

Usuarios a los que va dirigido

Destinado a pacientes con pérdida de CV Central.

El inconveniente de este sistema es que no cuenta con seguimiento ocular (Eye-tracking), lo que hace que el paciente deba recolocar la burbuja en su zona de fijación. Si en un futuro se incorporase este sistema en las gafas electrónicas, habría que tener en cuenta a los pacientes con fijaciones inestables y la complejidad de poseer una reducción de CV central. Otro de los aspectos a tener en cuenta cuando se usa este sistema de aumento, es que se requiere un uso más estático del mismo, ya que cuando está aplicado el aumento sobre la imagen en forma de burbuja, la velocidad de movimiento de la misma es mayor, disminuyendo la resolución con los movimientos de cabeza al poner en juego la AV dinámica, disminuyendo la SC, la AV del paciente y pudiendo ocasionar mareos y molestias durante su porte.

Discusión

Los aspectos a los que intentan dar solución estas nuevas gafas electrónicas y que no son solucionados por otro tipo de ayudas son:

- La mejora de la SC, enfocada principalmente al reconocimiento de caras y gestos faciales
- Mejorar la calidad, la velocidad y el tiempo de lectura

- Disponer de un reconocimiento óptico de caracteres para lectura con voz
- Poder ampliar el CV a aquellos pacientes con restricciones de campo
- Poder usar el procesado de imágenes sobre los escotomas existentes

El reconocimiento de caras, de expresiones faciales y del lenguaje no verbal, no suele incluirse en los objetivos marcados en las sesiones de RV, pero supone una característica de las interacciones sociales de cualquier persona que debe considerarse (Tejeria, Harper, Artes, Dickinson, 2002). Se solía pensar que el reconocimiento facial estaba más relacionado con la AV del paciente y que por tanto, con el uso de ampliaciones elevadas en la imagen con dispositivos electrónicos sería suficiente, pero existen estudios que hablan del control del Contraste para paliar este efecto (Johnson, Woods-Fry, Wittich, 2017) , ya que debe tenerse en cuenta que el 50% de los pacientes con DMAE poseen baja SC binocular y remiten problemas en sus AVD, lectura, distinguir bordillos o desniveles en el pavimentos de las calles y dificultades en el reconocimiento facial (Deruaz, Safran, Sutter, Müri, 2008). También se ha estudiado si para mejorar estos aspectos será necesario llevar a cabo una suma de factores en el procesado de la imagen final y el uso de nuevos algoritmos sobre ella (Peli, Goldstein, Young, Trempe, Buzmey, 1991) algo que no era posible hasta la aparición y desarrollo de estos dispositivos.

En cuanto a la lectura es una de las principales quejas que presentan los pacientes con DV y una de las funciones más demandadas en los servicios de RV. Con el dispositivo ORCAM se ha estudiado su efecto en la lectura en pacientes con DV de alto grado o ceguera total (Waisbourd et al 2015). Se llevó a cabo un estudio con 8 pacientes con edades comprendidas entre los 44 y los 92 años y AV inferiores a 0,05 decimal y CV inferior a 10° en el mejor ojo. Se les realizó un cuestionario sobre su función visual y se estudió el efecto de esta ayuda electrónica sobre la capacidad lectora llegando a la conclusión de que existía una mejora considerable tanto de su función visual con resultados destacados en el cuestionario realizado, como la adquisición de una capacidad lectora totalmente independiente.

De cara a los pacientes con constricción de CV periférico, Retiplus posee la opción de presentar la escena con un formato gran angular o poder situar una imagen minimizada a un lado de la escena general para que se puedan visualizar más detalles de la misma. Vargas-Martin, et al, estudiaron a una serie de pacientes con pérdidas de CV periférico, diagnosticadas con RP y demostraron que con sistemas de realidad aumentada como éste se conseguía mejorar el CV de estos pacientes, tanto en condiciones diurnas como nocturnas. Por otro lado, con este dispositivo consiguen usar menos aumentos que con ayudas convencionales. Además, el cuestionario que les realizaron sobre este tipo de ayudas les hizo llegar a la conclusión de que los pacientes con restricción de campo prefieren dispositivos electrónicos en formato de gafa, de tamaño pequeño y que sean con lentes transparentes, como es este caso. A su vez, Retiplus cuenta con una base de datos donde recoge los resultados de la RV de sus pacientes y de grabaciones hechas con el dispositivo para investigar acerca de las patologías que cursan con BV.

En cuanto a los estudios realizados con la gafa eSight, (Wittich et al, 2018) evaluaron a pacientes entre 13 y 72 años, con AV comprendidas entre 0,05 y 0,30 decimal con CV de al menos 10° desde el punto de fijación en el mejor ojo y que poseían un estado visual estable. Comprobando una mejoría de la AV, de la SC, de la velocidad lectora y del reconocimiento facial. A su vez los pacientes del estudio comentaron como ventajas de esta gafa electrónica el

poder tener las manos libres, el poseer auto-enfoque, su capacidad de ampliar y procesar la imagen otorgándoles la sensación de un CV más amplio, la opción de poder usar la lectura a tiempo real de textos y poder congelar imágenes para ver al detalle. A su vez, estudiaron si existían cambios tras 3 meses de uso del dispositivo, llegando a la conclusión de que la eficacia del dispositivo era prácticamente inmediata.

Por otro lado, otro estudio con esa misma ayuda (Lorenzini, Jarry, Wittich, 2017) comprobaron en 7 pacientes con edades entre 36 y 63 años, con AV comprendidas entre 0,05 y 0,30 decimal en el mejor ojo, con pérdida de CV central estable, que con el uso de este dispositivo mejoraba la AV en VP y en VL, la velocidad de lectura y la SC. A su vez, estudiaron si este dispositivo podía ser de ayuda para modificar la localización de la fijación y para su estabilización, comprobándose mediante un microperímetro que no se modificaba la localización de la misma, pero sí parecía mejorar la estabilidad. Sus autores alertan de la necesidad de realizar estudios más amplios para poder confirmarlo, pero abren un nuevo campo de estudio y aplicación de esta ayuda electrónica.

Finalmente, en estudios más recientes (Deemer et al, 2019) con pacientes con DV con AV menores a 0,20 decimal y con escotomas centrales bilaterales, usando un prototipo de gafa virtual funcionalmente semejante al dispositivo Irisvision, se estudió la habilidad de lectura de estos pacientes, los efectos visuales en las AVD en ambientes exteriores e interiores y su efecto en la movilidad y función motora. Llegando a la conclusión de que se mejoraba la lectura, se enriquecía la información visual que obtenían en sus AVD y al haberse mejorado funciones visuales éstas tenían un cierto impacto en sus habilidades motoras, pero el uso del dispositivo no iba encaminado a potenciar dichas habilidades.

5.3. BASTONES ELECTRÓNICOS Y AYUDAS DE MOVILIDAD

El bastón blanco es un símbolo identificativo y un instrumento básico para todas aquellas personas que necesiten ayuda en su O&M. Permitiendo desplazamientos independientes, detectando obstáculos a nivel del suelo, cambios en el pavimento, escaleras, etc, mientras el usuario usa a su vez un sistema de ecolocalización con los sonidos presentes en el ambiente. Aunque las técnicas de uso del bastón y de O&M consiguen el desplazamiento autónomo e independiente buscado por estos pacientes, las ayudas electrónicas también se han adentrado en este ámbito. No para sustituir al bastón blanco, si no para complementarlo en aquellos aspectos que no son cubiertos.

El funcionamiento de estos bastones electrónicos se basa en emitir vibraciones que el usuario capta mediante una pulsera o mediante la empuñadura del bastón cuando se aproxima a objetos detectados por los sensores el sistema. Aunque el sistema de vibraciones puede resultar complejo para los usuarios en un principio, los sensores alertan de aquellos objetos que no puede alcanzar el bastón, sobre todo los situados por encima de su campo de acción y que puedan incidir sobre la cabeza del portador, tales como toldos, carteles, ramas de árboles, etc. Los sensores que presentan pueden funcionar por Infrarrojos (IR) y/o por ultrasonidos. Considerándose el sistema de IR más rápido y preciso para detectar pequeñas distancias (Ahmad,Boon, Goh, 2018).

Algunos de los dispositivos más destacados y reconocidos actualmente son los siguientes:

- **BASTÓN EGARA:**

Descripción técnica de la ayuda

Se trata de un proyecto de la Universidad Miguel Hernández financiado por la cátedra de investigación en RP, basado en un bastón ergonómico (Figura 13), de poco peso, con una autonomía de 72 horas y una duración de uso de 5 años. Es un sistema que ha salido recientemente al mercado (Julio 2018). Se puede adquirir en diferentes colores lo que ayuda a la aceptación de la ayuda del bastón y en diferentes medidas, con un precio que ronda los 320€.



Figura 13: Bastón Egara. Recuperado de: bastonegara.wordpress.com

Funciones principales y forma de uso

- Detectar obstáculos
- Dispone de 3 modos de configuración en función de la distancia de detección y lugar de uso
- Se configura en función de la altura del usuario, la anchura de sus hombros y la velocidad de paso

El sistema posee tres sensores en la parte inferior del mango del bastón y una pulsera vibratoria. Estos sensores permiten detectar obstáculos a media altura del usuario, que no serían posibles de detectar únicamente por el bastón tradicional y podrían poner en riesgo a la persona, mientras que la pulsera avisa mediante vibraciones y sonido de la presencia de esta clase de obstáculos.

Pacientes a los que va dirigido

Usuarios de bastón que tengan desarrolladas las técnicas de O&M

- **SMART CANE:**

Descripción técnica de la ayuda

Se trata de un proyecto realizado en la India, que buscaba un bastón de bajo coste que pudiera detectar los obstáculos existentes por encima de la rodilla del portador y avisarle mediante vibraciones de los mismos. Es una ayuda económica con un precio que ronda los 80€, ya que casi el 90% de las personas con ceguera viven en países en vías de desarrollo (OMS, 2003) y era necesario desarrollar una ayuda electrónica para su O&M que fuera más asequible.



Figura 14: Smart Cane. Recuperado de: assistech.iitd.ernet.in

Funciones principales y forma de uso

- Dispone de 2 modos de configuración: uno para interiores con detección de obstáculos a menos de 1,8 m y otro para exteriores con detección hasta 3 m.
- Detecta objetos en movimiento como coches que se aproximen al usuario, ventanas o puertas abiertas, ramas de árboles que puedan golpear a la persona, carteles publicitarios o cualquier objeto que un bastón no pueda detectar durante su uso habitual.

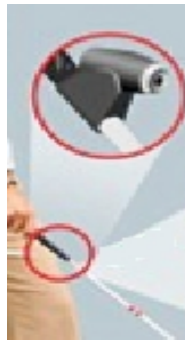
Pacientes a los que va dirigido

Usuarios de bastón que tengan desarrolladas las técnicas de O&M.

- **BASTÓN XPLOR:**

Descripción técnica de la ayuda

Se trata de un proyecto en fase de desarrollo por estudiantes de la Universidad de Birmingham City, para crear un bastón con una cámara en el mango que permite reconocimiento facial de las personas que se aproximan a su portador.



*Figura 15: Bastón Xplor.
Recuperado de:
<http://thesmartcitizenproject.cl>*

Funciones principales y forma de uso

- Reconocimiento facial hasta una distancia de 10 metros
- Base de datos de caras registradas del entorno del usuario, almacenadas en una tarjeta SD
- Aviso mediante vibraciones y audio

Cuando el dispositivo reconoce una cara con su cámara, almacenada en la base de datos, emite una señal vibratoria a través del mango del bastón al usuario e información auditiva mediante Bluetooth a los auriculares que porta el mismo.

Pacientes a los que va dirigido

Usuarios de bastón que tengan desarrolladas las técnicas de O&M y que no posean problemas graves de audición.

- **PULSERA SUNU BAND:**

Descripción técnica de la ayuda

Pulsera de movilidad con eco localizador que busca la misma funcionalidad que los bastones “Smart Cane” y “Egara” anteriormente descritos para ser usado como complemento al bastón. La duración de la batería está en torno a 5-8 horas si su uso es continuado y hasta 3 días si su uso es medio. Requiere un periodo de entrenamiento para habituarse a las señales vibratorias que usa y su precio ronda los 300€.



*Figura 16: SunuBand.
Recuperado de sunu.io*

Funciones principales y forma de uso

- Detecta obstáculos hasta 5 m protegiendo al usuario por encima de la rodilla
- Alerta al usuario mediante vibraciones que cambian de frecuencia en función de la distancia al obstáculo
- Se configura con una App móvil que permite cambiar el modo de actuación, ya sea para interiores con control hasta 1,5m y baja sensibilidad o para exteriores con modo hasta 5m y alta sensibilidad.
- Permite buscar lugares con la App y recibir indicaciones mediante voz para llegar al destino seleccionado

Pacientes a los que va dirigido

Usuarios de bastón que tengan desarrolladas las técnicas de O&M y quieran usarlo como complemento al bastón o como complemento cuando se desplazan con un guía vidente

Discusión

Los prototipos de ayudas electrónicas de O&M están en constante evolución, buscando hacer frente al principal problema que encuentran los usuarios de bastón que es el miedo e inseguridad ante desplazamientos por nuevas localizaciones y el tener que memorizar los objetos y obstáculos existentes (Gayathri, Vishnupriya, Nandhini, Banupriya, 2014). Estos nuevos prototipos incorporan sistemas GPS (Gayathri, 2014), sistemas de localización que advierten por SMS al usuario o a sus familiares dónde se encuentra la persona en ese momento (Retnowati, Budi, 2018) o la opción de recibir señales por Bluetooth a unos auriculares que lleva el usuario con indicaciones auditivas durante su uso (Megalingam, Nambissan, Thambi, Gopinath, Nandakumar, 2014).

Uno de los estudios realizados sobre estos bastones, fue llevado a cabo por los creadores de Smart Cane, con 28 participantes y 4 pistas de obstáculos, donde cada participante usaba el bastón blanco en dos de los escenarios preparados y el bastón electrónico en los otros dos. Se estudiaron varias variables: la consciencia del usuario ante la presencia del obstáculo, las tasas de colisiones y la distancia a la que detectaban la presencia del mismo. Llegando a los siguientes resultados: Con el bastón electrónico eran un 57% más conscientes de los

obstáculos, la tasa de colisiones era un 91% menor y la distancia a la que detectaban los obstáculos era más del doble que con el bastón blanco, aportándoles mayor seguridad (Vaibhav et al,2010)

5.4. APLICACIONES MÓVILES DISPONIBLES

5.4.1. IDENTIFICACIÓN OBJETOS

Aplicaciones móviles (App's) que permiten identificar objetos mediante una fotografía con el dispositivo móvil y realizar una descripción auditiva de los mismos.

TAPTAPSEE (iOS y Android):

App ganadora del premio de la Fundación Americana para la accesibilidad de los ciegos y el premio a la Aplicación del Mes por el Real Instituto Nacional de Ciegos.

- Identifica objetos mediante fotografías realizadas con el móvil o de la galería del dispositivo
- Describe las caras de las personas a las que se les hace una fotografía para ayudar a su identificación
- Muestra las descripciones mediante texto o por sistema de voz

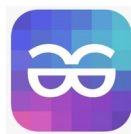


Figura 17:
TAPTAPSEE

SEEING AI (iOS):

Una de las App gratuitas más completas del mercado actual. De momento sólo disponible en inglés. Ganadora del premio American foundation for the Blind's Helen Keller Achievement award, American Council of the Blind, entre otros.

- Permite realizar fotografías de documentos y leerlos al usuario
- Identifica el código de barras de cientos de productos
- Describe expresiones faciales, registrándolas con el nombre de la persona para posteriores identificaciones
- Describe escenas visualizadas con la cámara del móvil
- Describe colores, reconoce billetes y detecta la iluminación existente y dónde están localizados los focos de luz, mediante respuestas sonoras con cambio de frecuencia e intensidad.



Figura 18:
Seeing AI

5.4.2. VOZ

Los móviles con sistema operativo iOS, disponen de un lector de pantalla incorporado (VoiceOver) que permite al usuario obtener información auditiva del contenido de la pantalla y Android un sistema llamado (TalkBack) Sin embargo, existen una serie de app's complementarias:

VOICE ALOUD READER (Android):

- Permite leer en voz alta textos visualizados en la pantalla del dispositivo móvil como correos electrónicos, páginas webs, documentos, etc.



Figura 19: Voice Aloud Reader

VOICEREADER (iOs):

- Aplicación preparada para trabajar con más de 30 idiomas
- Realiza lecturas en voz alta del texto que el usuario copie y pegue en un recuadro
- Lectura de correos electrónicos, fragmentos de textos de webs, lectura de sms



Figura 20: Voice Reader

5.4.3. COLOR

App's que permiten al usuario identificar colores en su día a día y que tienen dificultades para ello por su DV.

COLOR ID (iOs y Android):

- App en inglés que reconoce el color del objeto que se muestra con la cámara móvil
- Permite al usuario reconocer el color de la ropa que lleva puesta, ya que es la única App que permite el uso tanto de la cámara frontal como de la cámara posterior del móvil.



Figura 21: Color ID

5.4.4. DETECCIÓN ILUMINACIÓN

App's que permiten identificar las fuentes de luz de una estancia.

FREEMOTION DETECCIÓN LUZ (Android):

- App gratuita y española
- Indica el nivel de luz de la estancia y la localización de las fuentes de luz mediante una señal sonora y vibratoria



Figura 22: Freemotion

5.4.5. LUPAS

App's que permiten al dispositivo móvil trabajar como una lupa electrónica portátil.

LUPA LITE (iOs):

- Permite ampliar, rotar, cambiar el brillo y aplicar filtros sobre una imagen
- Permite aplicar una visualización detalla del borde de los objetos para su mejor identificación



Figura 23:
Lupa-Lite

SUPERVISION (iOs y Android):

- Permite ampliar, congelar, cambiar el contraste y el modo de color en varios formatos de la imagen
- Permite usar el flash del móvil cuando no existe una buena iluminación o como ayuda adicional junto con la lupa



Figura 24:
Supervision

5.4.6. ORIENTACIÓN

App's que proporcionan información sobre la localización actual del usuario, las indicaciones caminando hacia una nueva localización, grabar rutas habituales y conocer cuáles son los comercios más próximos.

LAZZUS (iOs):

Aplicación testada y avalada por el Centro de Investigación, Desarrollo y Aplicaciones Tiflotécnicas de la ONCE. Se trata de una App considerada asistente de movilidad, complementaria al bastón, de pago con un coste de 30€/año, que permite probarla mediante una demo de 8000 metros de duración de recorrido de prueba.

- Indica los establecimientos que se encuentran en un radio de 100m
- Dispone de varios modos: modo linterna, modo 360° y modo transporte en función del uso
- Las indicaciones se dan al usuario mediante voz
- Trabaja con distintas amplitudes de rastreo 50°/60°/70° y modos hasta 10m/15m/20m
- Permite registrar un mapa de lugares favoritos y habituales



Figura 25:
LAZZUS

APP & TOWN (iOs y Android):

- Informa a los usuarios con DV del horario de transporte, tanto de autobús como de tren de las ciudades de Madrid (EMT) y Barcelona (TMB)
- Informa al usuario de su localización dentro del transporte público, dónde efectuar la parada y dónde se encuentran las paradas más cercanas a su localización
- Permite guiar por voz al usuario mediante rutas a pie



Figura 26: App & Town

5.4.7. OTRAS APLICACIONES

BE MY EYES (iOs y Android):

App que presenta dos modalidades de uso. La primera está conformada por más de 1.000.000 de voluntarios que atienden a las llamadas que realicen las personas con DV y la segunda está conformada por los usuarios con DV que van a solicitar la ayuda.

- El usuario realiza una llamada cuando necesita ayuda para leer una carta, conocer la fecha de caducidad del producto que tiene en sus manos, su próxima cita médica detallada en un papel, etc.
- El voluntario recibe la llamada y mediante lo que le muestra el usuario por la cámara de su dispositivo móvil, ofrece mediante voz la ayuda e indicaciones necesarias.



Figura 27: App Be my eyes

NAVILENS (iOs y Android):

Aplicación móvil que permite leer unas etiquetas semejantes a un código QR que ha creado la empresa con el mismo nombre, ganadora del Premio Fundación Vodafone connecting for good 2017, Premio Everis 2018, Premio Enterprise a la transformación digital 2018, entre otros y que permiten a personas con DV:

- Obtener información sobre el transporte, la localización de los aseos públicos, las puertas de embarque en un aeropuerto, las salas dentro de un centro médico, etc.
- El usuario con la App en su móvil localiza una de las etiquetas, las cuales pueden ser detectadas hasta a 15 m de distancia.
- Una vez detectada, realizando un movimiento con el móvil se inicia la narración de la información que dicha etiqueta contiene de forma instantánea.
- Ha empezado a usarse en el Metro y autobuses de Barcelona para indicar la parada, el tiempo de paso y las líneas que efectúan su paso en esa estación. Y en los tranvías de Murcia para indicar la localización de las puertas de entrada y salida, la localización de las máquinas expendedoras de billete y las vitrinas de información.

Discusión

Se estima que a las personas con DV se les niega más del 70% de la información que recibe una persona sin DV (Syamili, 2013). Por lo que es necesario que se desarrollen ayudas de bajo coste o incluso gratuitas que permitan acercar la tecnología y mejorar la calidad de vida de estas personas. El acceso a los móviles es cada vez más extendido e incluso alcanza países en vías de desarrollo, por tanto, desarrollar ayudas para este tipo de dispositivos de forma gratuita acerca muchas de las opciones que ofrecen las ayudas electrónicas, pero en sistemas más sencillos, accesibles y asequibles.

5.5. DISPOSITIVOS BRAILLE

El sistema Braille es un código de lectura formado por celdas con 6 puntos organizados en dos columnas con tres filas. Distintas combinaciones en relieve de dichos puntos representan una letra o un número y las celdas deben tener el tamaño adecuado para ser detectadas por la yema del dedo (Haque et al, 2015). Los sistemas electrónicos también están adentrándose en el sistema Braille, pero los dispositivos existentes suelen ser de coste elevado, no accesibles universalmente y todavía no acercan toda la tecnología e Internet a estos usuarios, los cuales acaban dependiendo de programas externos y de lectores de pantalla que les aporten ayuda en formato de voz.

En el último año han aparecido dispositivos electrónicos de gran utilidad, ganadores de múltiples premios y con precios más ajustados para los usuarios del sistema Braille, desde anotadores Braille más avanzados y prácticos e impresoras Braille, hasta tablets que permiten acceder a Internet a sus usuarios y leer a tiempo real en Braille la web que se esté visitando.

- **BRaille ME:**

Descripción técnica de la ayuda

Dispositivo electrónico que funciona como anotar Braille de 20 celdas, que permite leer archivos almacenados en una tarjeta SD de 32GB que incorpora, con una autonomía de 12 horas, un peso en torno a los 500g y un precio que ronda los 500€. Ha ganado el premio Louis Braille Touch of genius a la innovación (2018) y el premio Isa AI Khalifa por el uso de la información y la tecnología de comunicación en la educación.

Funciones principales

- Permite editar archivos, tomar notas y conectarse a un ordenador
- Disponible en 50 idiomas
- Traduce archivos de texto a Braille

Pacientes a los que va dirigido

Personas con DV que usen el sistema Braille y necesiten un sistema portátil para escribir.

- **B.MY.JET:**

Descripción técnica de la ayuda

Proyecto en fase de desarrollo, aún sin comercializar, basado en una impresora que incorpora el sistema Braille. Su precio rondará los 250€, siendo mucho más asequible frente a modelos existentes en la actualidad cuyo precio ronda los 1000€.

Funciones principales

- Escanea documentos e imprime en Braille
- Puede generar gráficos e imágenes en relieve

Su uso está destinado a facilitar el acceso a la educación, a la información y el desempeño de múltiples trabajos.

Pacientes a los que va dirigido

Personas con DV que usen el sistema Braille o que requieran de ayudas táctiles mediante gráficos o imágenes en relieve para el desempeño de su trabajo o educación.

- **BLITAB:**

Descripción técnica de la ayuda

Tablet pendiente de lanzarse al mercado a finales de este 2019, creada por Kristina Tsvetanova que buscaba poder acercar Internet y la educación a personas invidentes mediante Braille en un mismo dispositivo. Posee una pantalla táctil con 13 líneas de texto Braille y su precio rondará los 500€.



*Figura 28: Blitab.
Recuperado de:
www.blitab.com*

Funciones principales

- Navegar por Internet y acceder a la información mediante líneas Braille sobre el dispositivo.
- Ser usado como libro electrónico.

Usuarios a los que va dirigido

Personas con DV que usen el sistema Braille y quieran acceder a Internet, sin tener que usar asistentes de voz en todo momento.

Discusión

Disponer de nuevas ayudas electrónicas enfocadas en el Braille, sistema presente entre las 50 ayudas visuales prioritarias según la OMS, está teniendo implicaciones en múltiples actividades, principalmente en el ámbito educativo, tanto para acceder a la información y a Internet como para conseguir imágenes en relieve para facilitar el aprendizaje. Incidiendo en la autonomía, motivación, autopercepción e interacciones sociales de los alumnos (Singh, Foster, Bacaran, Vashist, Gupta, 2019) gracias a anotadores braille más evolucionados para escribir, impresoras más accesibles para impresión de diagramas e imágenes en relieve como mapas de estudio táctil, diagramas de la anatomía humana y animal, etc. y sobre todo poder acercar Internet a todos los alumnos, tengan o no DV.

6. CONCLUSIONES

1. Las ayudas electrónicas que se están desarrollando para pacientes con discapacidad visual les permiten potenciar su resto visual en las AVD que realizan, en su ámbito educativo, laboral y de ocio. Otorgándoles una mayor independencia y autonomía.
2. Las ayudas electrónicas van encaminadas a potenciar aquellas necesidades que son más demandadas en los servicios de RV como la lectura, el reconocimiento de caras y la O&M. Además de acercar la tecnología y la información a los lectores del código Braille.
3. Las lupas electrónicas y CCTV disponen de mejoras técnicas con mayores prestaciones que las ayudas ópticas de igual aumento, permitiendo modificaciones en la imagen, distancias de trabajo más ergonómicas y permitiendo lecturas más prolongadas y a mayor velocidad.
4. La novedad y los mayores avances tecnológicos en este ámbito vienen dados por las gafas inteligentes, destinadas a pacientes tanto con pérdidas de Campo Visual Central como Periférico. Dichas ayudas se están integrando en los programas de Rehabilitación Visual y en centros especializados de Baja Visión, ya que permiten un procesado personalizado de la imagen y se adaptan a la patología existente. Con ellas se han obtenido mejores velocidades de lectura, mejores valores de Agudeza Visual, Sensibilidad al Contraste y ayuda en los desplazamientos, con un efecto positivo en la calidad de vida de sus usuarios.
5. Otros de los ámbitos de actuación de estas ayudas son los dispositivos Braille, donde existe la necesidad de crear nuevos dispositivos que acerquen la información e Internet a este código, ya que prácticamente solo el 1% de los libros publicados se traduce en Braille y se hace más compleja la búsqueda de la autonomía e independencia para estos usuarios.
6. Por otro lado, los bastones electrónicos se van haciendo hueco, pero siguen siendo dispositivos en fase de desarrollo que buscan poder abarcar un mayor control de obstáculos, permitir desplazamientos más seguros e independientes sin dejar de lado el símbolo e instrumento de gran utilidad que supone el bastón blanco.
7. Las ayudas electrónicas se ha comprobado que están en constante evolución y son necesarios nuevos estudios clínicos que permitan un mayor conocimiento de las necesidades que ocasiona la existencia de cada una de las patologías visuales, de cara a implementar las ayudas existentes o crear otras nuevas. Quedando pendiente incorporar en estos sistemas: dispositivos de seguimiento ocular (eye-tracking), control de escotomas, control de la disparidad retiniana entre ambos ojos, mejorar el campo visual de pacientes con restricción periférica del mismo y descubrir cómo hacer uso de este tipo de ayudas en el ámbito de la Rehabilitación Visual, en campos como el control de la fijación, creación de nuevos locus retinianos, etc.
8. La meta es conseguir una mayor financiación, realizar proyectos y estudios clínicos encaminados a implementar estos dispositivos y poder ayudar a más personas con DV.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abellán, A., Ayala, A., Pérez, J. y Pujol, R. (2018). Un perfil de las personas mayores en España. Indicadores estadísticos básicos. *Informes Envejecimiento en red*. Madrid (17), 34.
- Ahmad, N., Boon, N. y Goh, P. (2018). Multi-sensor Obstacle detection system via model-based state-feedback control in smart cane design for the visually challenged. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Xplor*. 6, 64182-64192.
- Ali Hassan, E. y Boon Tang, T. (2016). Smart Glasses for the Visually Impaired People. *Springer International Publishing Switzerland*, (9759), 579-582.
- Azenkot, S. y Zhao, Y. (2017). Designing Smartglasses Applications for People With Low Vision, *SIGACCES*, (119), 19-24.
- Deemer, A., Bradley, C., Ross, N., Natale, D., Itthipanichpong, R., Werblin, F. y Massof, R. (2018). Low vision Enhancement with Head-mounted Video Display Systems: Are We There Yet? *Optom Vis Sci* (95), 694-703.
- Deemer, A., Swenor, B., Fujiwara, K., Deremeik, J., Ross, N., Natale, D., Bradley, C., Werblin, F. y Massof, R. (2019). Preliminary Evaluation of two digital image processing strategies for Head-Mounted Magnification for low vision patients. *Translational vision science & technology*. 8(1), 23.
- Déruaz, A., Safran, A., Sutter, M. y Müri, R. (2008). Alterations of the visual perception in advanced age-related macular degeneration. *Clinical Medicine Geriatrics*, 2, 21-30.
- Ehrlich, D. (1987). A comparative study in the use of closed circuit television reading machines and optical aids by patients with retinitis pigmentosa and maculopathy. *Ophthalmol. Physiol. Opt.* 7: 293–302.
- Ehrlich, D. Ojeda, L., Wicker, D., Day, S., Howsn, A., Lakshminarayanan, V. y Moroi, S. (2017). Head-Mounted Display Technology for low vision rehabilitation and vision enhancement. *Am J Ophthalmol*. 176, 26-32.
- Feng, H., Roth, D., Fine, H., Prenner, J., Modi, K., y Feuer, W. (2017). The Impact of Electronic Reading Devices on Reading Speed and Comfort in Patients with Decreased Vision. *Journal of ophthalmology*, 3584706.
- Gayathri, G., Vishnupriya, M., Nandhini, R. y Banupriya, M. (2014). Smart Waling Stick for Visually Impaired. *International Journal of Engineering and Computer Science*, 3, 4057-4061.
- Goodrich, L., Mehr, B. y Darling, C. (1980). Parameters in the use of CCTV's and optical aids. *Am J Optom Physiol Opt.* 57(12), 881-892.

Goodrich, L., y Kirby, L. (2001). A comparison of patient reading performance and preference: optical devices, handheld CCTV (Innoventions Magni-Cam), or stand-mounted CCTV (Optelec Clearview or TSI Genie). *Optometry* 72(8), 519-28.

Haque, S., Asaduzzaman, M., Kormokar, R., Ashik, A., Rahat, M. y Karmakar, P. (2015). Low Cost Wireless Electronic Braille Reader. *American Academic & Scholarly Research Journal* 7(6).

Harland, S., Legge, G. y Luebker, A. (1998). Psychophysics of reading: XVII. Low vision performance with four types of electronically magnified text. *Optometry and Vision Science*, 75(3), 183-190.

Harper R, Culham L y Dickinson C. (1999). Head mounted video magnification devices for low vision rehabilitation: a comparison with existing technology. *Br. J. Ophthalmolol*, (83), 495-500.

Hicks, S., Wilson, I., Muhamed, L., Worsfold, J. y Downes, S. (2013). A Depth-Based Head-Mounted Visual Display to Aid Navigation in Partially Sighted Individuals. *PLOS ONE*. 8(7).

Johnson, A., Woods-Fry, H. y Wittich, W. (2017). Effects of Magnification on emotion perception in patients with age-related macular degeneration. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 58, 2520-2526.

Legge, G.E. (2016). Reading Digital with Low Vision. *Visible Lang*. 50(2), 102-105.

Lorenzini, M.C., Jarry, J. y Wittich, W. (2017). The impact of using eSight Eyewear on visual performances and oculo-motor control in low vision subjects. En 19 Symposium Scientifique sur l'incapacité visuelle et la réadaptation. Montreal.

Megalingam, R., Nambissan, A., Thambi, A. y Nandakumar, M. (2014). Sound and touch based smart cane better walking experience for visually challenged. Canada International Humanitarian Technology Conference (IHTC).

MITRAMISS (2019). Guía Laboral: Prestaciones del Régimen General de la Seguridad Social. Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social. Recuperado el 18 de febrero de 2019 de: http://www.mitramiss.gob.es/es/Guia/texto/guia_14/contenidos/guia_14_29.htm

National Eye Intitute (2008). Vision problems in the U.S.: Prevalence of adult vision impairment and age-related eye disease in America. National Eye Institute and Prevent Blindness America. Recuperado el 20 de febrero del 2019 de: https://www.preventblindness.org/sites/default/files/national/documents/VPUS_2008_update.pdf

OMS (2012). Change the definition of blindness. Definitions of blindness and visual impairment. Ginebra.

OMS (2013). Salud ocular universal: un plan de acción mundial para 2014-2019. España. Organización Mundial de la Salud.

OMS (2016). Provisión, Capacitación y Empoderamiento. Lista de ayudas técnicas prioritarias. Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 10 de Febrero de 2019 de: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/207697/WHO_EMP_PHI_2016.01_spa.pdf;jsessionid=992F35585C996800D87E95E7B8F0648F?sequence=1.

OMS (2018). Ceguera y discapacidad visual. Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 15 de Febrero de 2019 de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.

ONCE (2018). Datos de afiliados a la ONCE. Organización Nacional de Ciegos Españoles. Recuperado el 15 de Febrero de 2019 de: <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/afiliacion/datos-de-afiliados-a-la-once>.

Palancar, C. y Hernández, A. (2017). Lupas electrónicas (LEP). *Gaceta de Óptica*. (438),33-36
Peli, E., Goldstein,R., Young,G., Trempe, C., Buzmey, S. (1991)Image Enhancement for the Visually Impaired. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 32(8).

Retnowati, Y. y Budi, A. (2017). Smart Cane using espectro with GPS tracking system. *IOP Conf. Series Materials Science and Engineering*, 384.

Syamili, C. (2013). Assistive Information and communication technology for visually impaired people. National Conference on E-resources and E-learning: Challenges and Opportunities for Libraries. Calicut University. India.

Sobrado, P. y Sánchez, J. (2015). Sistemas de magnificación electrónica: ayudas electrónicas. En Coco, M. (Dir.), Herrera, J.(Dir.), de Lázaro, J.(Coord.) y Cuadrado, R.(Coord.), Manual de Baja Visión y Rehabilitación Visual. (pp.149-155). España: Editorial Médica Panamericana.

Tejeria, L., Harper, R., Artes, P. y Dickinson, C. (2002). Face recognition in age related macular degeneration: perceived disability, measured disability, and performance with a bioptic device. *Br J Ophthalmol*. 86, 1019-1026.

Vaibhav, S., Rohan, P., Dheeraj, M., Anuraag, G., Vasu, S., Saumya, J., Chinway, A., Ankush, G., Sandeep, G., Kolin, P. y Dipendra, M. (2010). Smart Cane for the visually impaired: design and controlled field testing of an affordable obstacle detection system. ITT Delhi.

Vargas-Martin, F. y Peli, E. (2002). Augmented-View for restricted visual field: multiple device implementations. *Optometry and Vision Science*, 79(11).

Virgili, G., Acosta, R., Grover, L., Bentley, S. y Giacomeli, G. (2015). Reading aids for adultos with low vision. The Cochrane database of systematic reviews, 10(10).

Waisbourd, M., Ahmed, O., Siam, L., Moster, M., Hark, L. y Katz, L. (2015). The impact of a novel artificial vision device (ORCAM) on the quality of life of patients with end-stage glaucoma. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 56(7), 519.

Wittich, W., Lorenzini, M.C., Markowitz, S.N., Tolentino, M., Gartner, S., Goldstein, J. y Dagnelie, G. (2018). The effect of a Head-mounted Low Vision Device on Visual Function. *Optom Vis Sci* (95) 774-784.

Wolffsohn, S. y Peterson, C. (2003). A review of current knowledge on Electronic Vision Enhancement Systems for the visually impaired. *Ophthalmic Physiol Opt* 23(1), 35-42.