



---

# Universidad de Valladolid

## PAPEL DE LAS TIC EN PERSONAS CON BAJA VISIÓN

MÁSTER EN REHABILITACIÓN VISUAL  
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID - IOBA

Presentado por:

D. Jorge Herrando Garijo

Bajo la supervisión de:

Dra. Rosa María Coco Martín

Valladolid, Junio 2015



# **ÍNDICE**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Desarrollo del tema .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. Objetivos .....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. Metodología .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Concepto y clasificación de la Baja Visión.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Definición .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Clasificación .....</b>	<b>10</b>
<b>4. Tecnologías de la Información y la Comunicación .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1. TIC en el mundo empresarial.....</b>	<b>14</b>
<b>4.2. TIC en la educación [14].....</b>	<b>15</b>
<b>4.3. TIC y la sanidad .....</b>	<b>15</b>
<b>4.4. TIC y la accesibilidad de personas con discapacidad .....</b>	<b>16</b>
<b>5. Recursos TIC y Baja Visión .....</b>	<b>18</b>
<b>5.1. Ordenadores .....</b>	<b>19</b>
<b>5.2. Teléfonos móviles/Smartphones/Tablets .....</b>	<b>27</b>
<b>5.3. Otros dispositivos .....</b>	<b>34</b>
<b>6. Uso y beneficios de las TIC por personas con discapacidad visual .....</b>	<b>36</b>
<b>7. Discusión y conclusiones .....</b>	<b>38</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>40</b>

## **RESUMEN**

La gran cantidad de nuevas tecnologías emergentes son un gran avance para la recogida y manejo de la información. Sin embargo, la información recibida es mostrada casi en su totalidad por estímulos visuales, lo que conlleva que una herramienta que sirve para poder ofrecer información a cualquier usuario, suponga un problema o ponga en desventaja a las personas que sufren baja visión. Cada vez es más común que los nuevos dispositivos se diseñen pensando en la accesibilidad universal, pero aún queda mucho camino por recorrer. No obstante, una gran cantidad de productos y aplicaciones se han sacado al mercado con el objetivo de dar accesibilidad a ciertos dispositivos, o bien con el propósito de ofrecer herramientas que consigan una mejor calidad de vida e independencia en las personas con discapacidad visual. La revisión bibliográfica muestra la variedad de productos en el mercado, así como el beneficio de su uso, y la potencialidad de que disponen estas tecnologías de la información y la comunicación para lograr una mayor integración de las personas que sufren baja visión.

**Palabras clave:** Baja Visión, Discapacidad Visual, Nuevas Tecnologías, TIC

## **LISTA DE ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS**

**DV:** Discapacidad Visual

**BV:** Baja Visión

**DMAE (AMD):** Degeneración Macular Asociada a la Edad

**AV:** Agudeza Visual

**CV:** Campo Visual

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**ONCE:** Organización Nacional de Ciegos Españoles

**TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación

**ONG:** Organización No Gubernamental

## **1. Desarrollo del tema**

### ***1.1. Objetivos***

El propósito de este documento es realizar una revisión bibliográfica sobre el uso que se hace de las Tecnologías de la Información y la Comunicación como instrumento de apoyo a las personas que padecen Baja Visión. Se pretende informar del estado actual de estas tecnologías como ayuda a este colectivo, así como del potencial del que disponen.

### ***1.2. Metodología***

La información expuesta en este documento se ha conseguido a través de una búsqueda bibliográfica sobre artículos relacionados con la Baja Visión y la aplicación de las TIC como ayuda a las personas que padecen dicha condición.

La búsqueda bibliográfica se ha realizado casi en su totalidad a través de la red, intentando escoger los artículos más relevantes, novedosos y recientes posibles. Se han utilizado las siguientes bases de datos : MedLine, OCLC WorldCat, Embase e ISI Web of Knowledge.

Los términos utilizados en las búsquedas bibliográficas fueron los siguientes: TIC, ICT, low visión, visual impairment, visually impaired, computer, phone, assistive technologies, accessibility, disabled; así como búsqueda de referencias cruzadas de otros artículos a partir de las referencias de los artículos inicialmente encontrados.

Los artículos, en español y en inglés, fueron analizados y referenciados según la antigüedad, información y relevancia de los mismos.

## **2. Introducción**

Actualmente, la sociedad de los países desarrollados está más que acostumbrada a convivir con personas con distintas discapacidades, entre ellas la Discapacidad Visual (DV). Pocos son los que no reconocen símbolos característicos de discapacidad visual,

como pueden ser el bastón blanco o el perro guía para personas invidentes. Desde estas mismas sociedades se acepta y promueve la integración de este colectivo en nuestra sociedad, pero muchas veces se tiende a generalizar la deficiencia visual con ser invidente, y se desconocen muchos de los aspectos que pueden provocar deterioro en la visión, llegando a padecer el estado denominado como Baja Visión (BV), y las repercusiones en la vida del sujeto que puede provocarle ciertas discapacidades. Entre la visión suficiente para desenvolverse de una manera satisfactoria en nuestra sociedad y la condición de persona con ceguera legal, existe una franja de visión en la cual las personas que la poseen, encuentran serias dificultades para realizar muchas actividades que son necesarias en su día a día, como puede ser firmar ciertos documentos o desenvolverse de manera autónoma en el trabajo o en el hogar. La baja visión es la condición visual que padece una persona con una reducción importante de su visión, que no mejora utilizando la adecuada corrección en gafas, lentes de contacto e incluso acertados tratamientos farmacológicos o cirugía, y que por ello sufre una incapacidad para realizar algunas tareas de la vida cotidiana. Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE), retinosis pigmentaria, aniridia, cicatrices en la córnea, retinopatía diabética, glaucoma o problemas con el nervio óptico son algunas de las enfermedades que causan baja visión, cuyos síntomas se presentan en forma de visión borrosa generalizada, pérdida de la visión central, de la visión periférica o de una parte del campo visual. Se considera que un paciente tiene baja visión cuando tras la mejor corrección óptica, su Agudeza Visual (AV) es menor de 0,3 en el mejor de los ojos, o dispone de un Campo Visual (CV) inferior a 10º centrales, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1], aunque muchos autores como Dandona están de acuerdo en realizar una modificación de los criterios, ya que el CV es muy restrictivo y la consideración que tiene es muy pequeña. [2]

Para alguien no familiarizado con la discapacidad visual, ceguera significa pérdida completa de visión. Sin embargo, en España es considerado “legalmente ciego” aquel individuo que tenga una AV menor o igual a 0.1 y/o un campo visual menor o igual a 10 grados.[3] Esto significa que muchas personas legalmente ciegas ven, pero con grandes limitaciones, que son muy variables en función de cada caso. Estas últimas personas son capaces de recibir ayudas desde distintas organizaciones como puede ser la

Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE), la cual proporciona ayudas de todo tipo y asistencia social a sus afiliados.[4] Sin embargo, muchas son las personas que padecen BV y se sienten incapacitadas para realizar las actividades básicas del día a día, y debido a la gran cantidad de afiliados esta organización ha de atender, las personas que no cumplen con los requisitos de entrada a la institución quedan desatendidas en muchos de los casos, pues finalmente sólo el 5% de los mismos son atendidos correctamente.[5] Por todo ello, han surgido centros y clínicas privadas de BV de referencia en España, como puede ser el centro de baja visión Ángel Barañano en Madrid, Mácula Visió en Barcelona, o el IOBA de Valladolid. Estos centros ofrecen ayudas ópticas, no ópticas y adaptativas, así como entrenamiento en el uso de dichas ayudas, y están especializados en aquellos pacientes con BV que no cumplen criterios de afiliación a la ONCE.

Muchas de las ayudas disponibles hoy en día, provienen de la tecnología y sus aplicaciones, y entre ellas se encuentran las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Esta última se entiende como la comunicación entre humanos y a toda la infraestructura de datos comunicados a través de las tecnologías, aunque generalmente se relaciona con aquellas tecnologías que se usan para acceder, recopilar, cambiar y presentar o comunicar información. Pueden incluir hardware, aplicaciones, software o conectividad entre otros. Lo que llama más la atención sobre las TIC es la convergencia hacia tecnologías basadas en ordenadores, multimedia y comunicación, así como el rápido desarrollo de las mismas y el uso que se hace de ella.[6] Las TIC están en pleno desarrollo, y cada vez salen más productos al mercado con la posibilidad de ser accesibles a personas con discapacidad visual, o incluso productos destinados específicamente a este colectivo. El rehabilitador visual ha de familiarizarse con este tipo de ayudas y servirse de ellas para poder dar un servicio más completo a sus pacientes. La industria tecnológica se ha dado cuenta del enorme potencial humano y de ventas que existe en este ámbito, pues según la Organización Mundial de la Salud (OMS) existen en el mundo aproximadamente 285 millones de personas con discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones presentan baja visión,[7] por lo que el desarrollo de este tipo de tecnologías está en pleno auge. En este trabajo se intenta definir el estado actual de las TIC en el campo de



la rehabilitación visual, dar a conocer su papel y posibilidades, y citar los próximos avances que se esperan en los próximos años.

### 3. Concepto y clasificación de la Baja Visión

#### 3.1. Definición

La definición de baja visión es algo que ha creado cierta controversia a lo largo de estos últimos años. Baja Visión describe una anomalía visual que restringe la capacidad de realizar tareas visuales en el día a día. Este impedimento no puede corregirse con gafas normales, lentes de contacto o intervención médica. Algunos tipos de anomalía visual son la pérdida de agudeza visual y la pérdida de campo visual. Otros ejemplos son la pérdida de sensibilidad al contraste, anomalías en visión del color y visión nocturna, así como un aumento de la sensibilidad a la luz (fotofobia). Aunque existen distintas definiciones, y unas son más utilizadas que otras, el trabajo se ha centrado en la proporcionada por la OMS:

Como vimos anteriormente, una persona tiene **baja visión** cuando tiene una agudeza visual (AV) inferior a 6/18 (0,3 decimal) en el mejor ojo con la mejor corrección posible, o un campo visual menor o igual a 10 grados desde el punto de fijación, pero que usa, o puede llegar a usar potencialmente la visión para planificar y realizar una tarea. [8] Por otra parte, en la Clasificación Internacional de Enfermedades (ICD-10), en el año 2009, se suprime el término “baja visión” y la función visual se subdivide en cuatro niveles [8]:

- discapacidad visual leve o no discapacidad visual ( $AV \geq 0,3$ )
- discapacidad visual moderada ( $AV < 0,3$  y  $AV > 0,1$ )
- discapacidad visual severa (o grave) ( $AV \leq 0,1$  y  $AV \geq 0,05$ )
- ceguera ( $AV < 0,05$ )

Según esta última clasificación, la DV moderada y la DV grave se reagrupan comúnmente bajo el término ‘baja visión’; así pues, la baja visión y la ceguera representan conjuntamente el total de casos de DV.

No obstante, este tipo de definiciones que atienden únicamente a aspectos cuantitativos relativos a la agudeza y al campo visual no deberían considerarse nunca

como límites fijos o excluyentes. Si pudieran existir dos personas que obtuvieran exactamente los mismos resultados en ambos parámetros, no funcionarían visualmente de la misma forma, ya que el uso efectivo de la visión depende de otros muchos factores: perceptivos, cognitivos, ambientales. De esta forma, personas con resto visual reducido, desde el punto de vista cuantitativo, usan su visión con mayor eficiencia que otras con menor deficiencia objetiva.[9]

### **3.2. Clasificación**

Sabemos que son múltiples patologías las posibles causantes de un cuadro de baja visión. Sin embargo, para este trabajo la clasificación de baja visión se va a llevar a cabo según el tipo de repercusión funcional que ha producido la patología cursante, es decir, según el tipo de resto visual que se posee. Todo esto atendiendo principalmente al anexo I del libro “Accesibilidad para personas con ceguera y deficiencia visual”. [10, 11]

#### **3.2.1. Lesiones en la parte central de la retina**

El daño se produce en la mácula, que corresponde con la zona de visión central de la retina y es la zona del ojo con mayor resolución de detalle. Esto ocasiona escotomas (zonas donde existe pérdida total o parcial de visión) en la zona central de la retina. En la figura 1 se hace una estimación de cómo podría verse afectada, a rasgos generales, la visión del paciente.



Figura 1. Visión normal frente a la visión con defecto central.

En este tipo de patologías es común encontrar problemas para la visión del detalle o letras de tamaño pequeño, la escritura, reconocer rostros, realizar manualidades, coser, ver la televisión o número del bus, carteles de información, reconocimiento de los colores, entre otros. Sin embargo, otras actividades como los desplazamientos y la orientación, o percibir correctamente estímulos visuales de gran tamaño no suponen, por norma general, grandes dificultades salvo en calles muy transitadas y/o desconocidas.

Las patologías causantes de este tipo de deficiencias son principalmente las maculopatías y, entre ellas, la más común es la DMAE. Otras patologías que pueden ser responsables son la retinopatía diabética y otras maculopatías hereditarias como puede ser la enfermedad de Stargardt.

### 3.2.2. Lesiones en la retina periférica

En estos casos la visión central o de máxima resolución de la retina queda conservada, y la zona periférica es común que vaya perdiéndose paulatinamente de manera concéntrica hasta que, en última instancia, solamente se conserve una visión tubular. En estados tardíos la zona central puede quedar también afectada. Uno de los problemas que esta situación conlleva es la dependencia de las condiciones de iluminación ambientales. Las células fotorreceptoras de la retina periférica están diseñadas para la adaptación de la visión en bajas condiciones de iluminación, por lo que según sea de día o de noche, los sujetos que padecen este tipo de restricción visual van a notar mejoría, de día, o empeoramiento de la visión, de noche. Esto se conoce como “ceguera nocturna”. A continuación, en la figura 2, se puede ver una estimación de cómo vería una persona con restricción de campo visual severa.



Figura 2. Visión normal frente a visión con defecto periférico.

Además de esta peculiaridad, las personas con este tipo de deficiencia visual pueden encontrar grandes problemas a la hora de los desplazamientos y la orientación, pues les es difícil encontrar puntos de referencia, el cálculo de distancias debido a la pérdida de estereopsis, detección de obstáculos o desniveles, principalmente. Por otro lado no encuentran grandes dificultades en leer letras que requieran una AV estándar, pero sí que las tienen a la hora de seguir la línea de lectura y encontrar la siguiente, así como para la localización de letreros o mapas.

Las patologías más frecuentes que cursan con pérdida de campo visual son el glaucoma y la retinosis pigmentaria, la retinopatía diabética proliferante tratada con panfotocoagulación retiniana así como alguna otra retinopatía.

### 3.2.3. Lesiones generalizadas / Visión borrosa

En este caso el daño visual es generalizado, percibiendo una imagen sin escotomas pero borrosa, lo que imposibilita una visión eficiente. La sensibilidad al contraste suele estar reducida, por lo que objetos que presentan bajo contraste entre sí son más difíciles de diferenciar. La figura 3 emula una visión borrosa, pero hay que tener en cuenta que el grado de borrosidad es variable, siendo acentuado en el caso que causa baja visión.



Figura 3. Visión normal frente a visión borrosa.

Las dificultades asociadas a este tipo de patologías son muy variables, y comprenden algunas como poder reconocer estímulos que requieran resolución de detalle, con

poco contraste relativo, desaturación de los colores, orientación, o dificultades en la realización de las actividades de la vida diaria.

Entre las patologías causantes de este tipo de defecto se encuentran las enfermedades corneales y las cataratas, así como aniridia o uveítis.

#### **4. Tecnologías de la Información y la Comunicación**

El término de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, también conocidas como TIC, es muy amplio y tiene una gran importancia en la sociedad actual. A grandes rasgos, las TIC son el conjunto de tecnologías desarrolladas para gestionar información y enviarla de un lugar a otro, es decir, comunicarla. Éstas abarcan un amplio campo de aplicación, incluyendo las tecnologías para almacenar información y recuperarla después, enviar y recibir información de un sitio a otro, o procesar información para poder calcular resultados y elaborar informes.

Aunque la definición puede parecer algo abstracta en un principio, si citamos algunos términos de aplicación a la misma, como puede ser Internet, Facebook, teléfonos de última generación, tablets o televisiones de alta definición, vemos que las TIC están mucho más presentes en nuestras vidas de lo que podría parecer. Pero el término TIC va mucho más allá, incluyendo otros avances cotidianos como los códigos de barras, las bandas magnéticas de las tarjetas de crédito, las cámaras digitales o los reproductores de música, entre otros. Hasta tal punto han entrado en nuestras vidas, que se puede asegurar que la han transformado totalmente. Esta gran revolución ha sido posible gracias a la aparición de la tecnología digital que, unida al desarrollo de ordenadores de gran capacidad y cada vez mayor miniaturización, han permitido un progreso de la ciencia y la técnica vertiginoso, ofreciendo y poniendo a nuestro alcance todo tipo de información y conocimiento. Es tal la sinergia, que en todo centro de investigación científica y desarrollo que se precie, la presencia de las TIC con dispositivos de almacenamiento y procesamiento de datos e información es un requisito indispensable.

Los campos en los que las TIC pueden aportar un gran papel son muy diversos, por lo que a continuación citaremos algunos de los más relevantes. [12]

#### ***4.1. TIC en el mundo empresarial***

Las TIC desempeñan muchos y muy importantes papeles dentro del mundo empresarial.[13]

- Administración del negocio: controlar las cuentas del negocio, preparar inventarios o conocer el estado de tu stock, son actividades muy fácilmente realizables por medio de una simple hoja de cálculo, teniendo control de todas las entradas y salidas, y pudiendo compartir esa información con las personas interesadas. Hoy en día existen numerosos programas diseñados para este y otros fines, como es el paquete de Microsoft Office, Open Office, y otros programas con versiones gratuitas y de pago. Además, el uso de páginas web gratuitas que permiten subir datos a una “nube”, de tal manera que siempre los tengas disponibles con una conexión a Internet también es una buena opción.
- Trámites administrativos: trámites como dar de alta una empresa, realizar la declaración del IRPF, ventas y adquisiciones, altas de trabajadores en la Seguridad Social; muchos de ellos disponen ya una plataforma online a través de la cual se pueden realizar todos estos trámites mediante formularios. Sin ellas, serían muy costosos y se ralentizarían mucho en el tiempo.
- Comunicación con clientes y proveedores: esta faceta se ve muy reforzada gracias al uso de correos electrónicos, páginas web, blogs, programas como Skype, y redes sociales que permiten transmitir información desde cualquier parte del mundo a cualquier otra en cuestión de segundos, así como contactar con clientes u otras empresas para llevar a cabo negocios. Además de la comunicación, la propaganda online o ‘marketing online’ es de gran ventaja para promocionar tu empresa y captar clientes.

- Mejora de capacidades y competencias: la sociedad de cambio continuo en la que vivimos hace necesario que las empresas se adapten a él y se enfrenten a nuevos problemas cada día, y para ello es indispensable contar con oportunidades de aprendizaje permanente. Multitud de cursos y formación online están disponibles hoy en día por la web, así como celebración de asambleas o congresos en los que profesionales de un mismo sector pueden aprender y enseñar sobre sus experiencias.

#### **4.2. TIC en la educación [14]**

El impacto de las TIC en educación abarca numerosas áreas de aplicación, desde facilitar la educación a distancia para personas que no dispongan de medios para asistir a las clases, hasta la utilización de ordenadores portátiles, tablets y otras herramientas informáticas en las escuelas. Diversos estudios demuestran la eficacia de la educación a distancia, habiendo pocas diferencias entre los alumnos que asisten presencialmente y los que siguen las lecciones a distancia, siempre que los materiales docentes estén adaptados a esta forma de estudio.[15]

Pero el gran instrumento de accesibilidad a la información no es otro que Internet, el cual puede servir de gran apoyo tanto para profesores como para el alumnado. Gracias a Internet se pueden resolver dudas y buscar información acerca de cualquier tema en cuestión de segundos. El uso de foros o plataformas web para el aprendizaje constructivo entre los alumnos es una opción muy recomendable a la hora de compartir conocimientos. Junto con la gran cantidad de programas informáticos dedicados al cálculo, la investigación, la optimización de parámetros, diseño de estructuras y bases de datos entre otros, permiten un desarrollo y aprendizaje como nunca antes.

#### **4.3. TIC y la sanidad**

Los cambios demográficos, el envejecimiento progresivo de la población, la migración y la movilidad social, son algunos de los aspectos que representan un reto estructural

en cuanto a cómo dar un servicio sanitario de calidad. Además de dar un servicio de calidad, éste ha de ser económicamente sostenible. Los hospitales, aunque en las sociedades desarrolladas estén dotados de tecnologías informáticas, se comportan como una isla informativa, ya que toda la información que procesan es confidencial y no se puede acceder desde el exterior. Es aquí donde las TIC tienen un papel importante que desempeñar. En primer lugar, la creación de una base de datos que contenga las historias clínicas de los pacientes es algo que puede ayudar a que el paciente pueda ser tratado desde cualquier área del mismo hospital evitando el traslado de papeleo, siempre susceptible de pérdida. Además, bases de datos creadas con imágenes de diagnóstico patológico pueden ayudar a los más jóvenes a familiarizarse con ciertas patologías, e incluso servir de referencia para doctores experimentados cuando se enfrentan a una situación poco usual. Y, por último, la creación de redes profesionales y formación a distancia para los profesionales.

Las TIC pueden ayudar a mejorar la eficiencia en la calidad de atención del paciente, reducción del tiempo de entrega del servicio, agilidad en el intercambio de información entre distintos profesionales, así como accesibilidad a la formación continua. Por otro lado, se produce una mayor eficiencia en la gestión de los recursos materiales y humanos, reducción de los costes a medio plazo bien por manejo de información, o bien por la posibilidad de realizar telemedicina. [14]

#### ***4.4. TIC y la accesibilidad de personas con discapacidad***

Con el crecimiento de la tecnología de la información y las comunicaciones, se están creando muchas y nuevas esperanzas para las personas con discapacidad. Por parte de los gobiernos, las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), otras organizaciones y empresas del sector privado, se está trabajando conjuntamente para implementar el uso de las TIC como recurso para solventar ciertos obstáculos relacionados con la discapacidad. La sociedad de la información representa por un lado oportunidades significativas pero por otro, nuevas barreras potenciales para la inclusión social de los discapacitados. Sin accesibilidad para los discapacitados en el diseño, desarrollo y fabricación de los servicios de telecomunicación, las personas con discapacidad se



quedan atrás. La “brecha digital” para estas personas se manifiesta en distintas situaciones, como pueden ser la diferencia de capacidad intelectual, visual o auditiva, las personas con edad avanzada, aquellas que han sufrido accidentes o discapacidades múltiples, personas con dificultad en la motilidad fina y gruesa, e ingresos de los que dispone cada persona. El 13 de diciembre de 2006 la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la resolución redactada por la Convención Internacional sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad, que establece que los estados que la ratifiquen deben emprender o promover la investigación y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación accesibles a las personas con discapacidad, así como su disponibilidad y uso, incluidos dispositivos técnicos específicos creados para mejorar la vida diaria de este colectivo. España es uno de los países que ha ratificado esta norma, por lo que desde sus instituciones públicas se han creado y promovido distintos proyectos que intentan conseguir que las TIC sean accesibles para todos y puedan servir para que las personas con discapacidad superen barreras de comunicación que, antes de estas tecnologías, parecían infranqueables.

El proyecto más ambicioso organizado por las autoridades europeas es E-Inclusion, el cual otorga una enorme relevancia a las TIC como recurso indispensable para que los ciudadanos participen de la vida cultural y política. Las personas con discapacidad no son una excepción y, por ello, deben adoptarse medidas no sólo para que no queden excluidas, sino para que las TIC les den oportunidades de mejorar su calidad de vida, de optar a más puestos de trabajo o de relacionarse de manera más fácil con los que les rodean. [En <http://www.red.es/redes/sala-de-prensa/reportaje/proyectos-de-integracion-en-las-tic-de-personas-con-discapacidad>]

Las TIC ofrecen nuevas oportunidades para todos nosotros, pero éstas son incluso más significativas para las personas con algún tipo de discapacidad, ya que hacen un mayor uso de la tecnología asistencial que los demás. La tecnología asistencial de hoy en día ha de desarrollarse para adaptarse a las habilidades de todas las personas, pudiendo así los usuarios con discapacidad participar en todos los aspectos de la vida social en condiciones de igualdad mayores que nunca, y permitirles tomar parte de una sociedad de la información inclusiva y sin barreras.

A pesar de que las TIC desarrolladas para la inclusión de las personas con discapacidad son muy variadas, en este trabajo nos vamos a centrar en las personas con baja visión que sufren discapacidad visual, y el uso que hacen de las TIC.

## **5. Recursos TIC y Baja Visión**

Las principales barreras a las que se enfrenta el colectivo de personas con discapacidad visual a la hora de utilizar las TIC radican en los servicios visuales, fundamentalmente en lo referente a contenidos e indicaciones visuales en las pantallas tanto del ordenador como del teléfono móvil o tablet. La interfaz convencional constituye un gran impedimento para que las personas con discapacidad visual puedan desenvolverse de manera autónoma con estas tecnologías. Sin embargo, el uso del teléfono móvil, por ejemplo, se ha generalizado entre las personas con discapacidad visual, llegando al 88,4% de los afectados. El uso del ordenador por personas con discapacidad visual sí que es más reducido (37,9%), así como el uso de Internet.[16] El compromiso de la sociedad por trabajar en el desarrollo de productos desde los criterios del diseño para todos es hoy en día un término en auge. Sin embargo, mientras esto no ocurra es inevitable seguir trabajando también en el desarrollo de productos que permitan el acceso a la tecnología estándar. Esto es lo que ocurre todavía en muchos de los dispositivos que hay en el mercado, la escuela, o nuestro entorno de trabajo; las TIC no disponen siempre de accesibilidad incorporada y se ha de recurrir a ciertos programas, software externo o ayudas de otro tipo para que las personas con discapacidad visual puedan aprovecharse de sus ventajas. Por otro lado, también son muchos los dispositivos y aplicaciones que salen al mercado pensando en las personas que sufren baja visión, y de éstos mismos son de los que una persona con discapacidad visual puede hacer uso para sacar un provecho si cabe aún más satisfactorio de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. El uso de las tecnologías digitales acerca a la persona con baja visión hacia una comunicación independiente y mucho más íntima, le da autonomía personal, pues no necesita mediadores que le faciliten el proceso de comunicación. No es necesario que se le escriban las cartas, que se las lean o que la otra persona tenga que aprender braille

para poder comunicarse. Mediante las tecnologías digitales puede estar en contacto con todo el mundo dependiendo únicamente de sus límites.

Como se ha citado anteriormente, el abanico de TIC disponibles en nuestro entorno del día a día es muy extenso. Abordaremos los desarrollos que se han llevado a cabo tanto para poder tener una accesibilidad a las TIC adecuada, como el desarrollo de nuevas aplicaciones y funciones que permiten realizar actividades que sin las mismas les resultaría imposible.

Así pues, enunciaremos las ayudas TIC disponibles y para qué tipo de BV son más beneficiosas, es decir, si el dispositivo o aplicación tiene más utilidad para personas con déficit de campo visual, AV muy deteriorada, o visión borrosa en general.

### **5.1. Ordenadores**

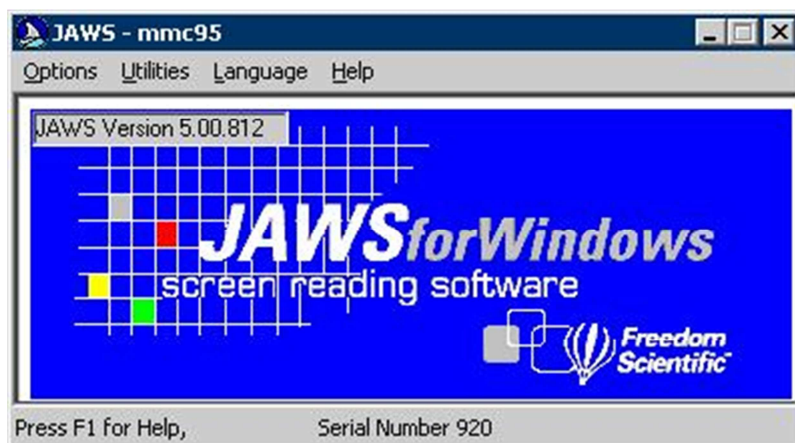
Las tecnologías TIC desarrolladas para el ordenador son principalmente herramientas de accesibilidad, es decir, software y aplicaciones que permiten, mejoran y facilitan la navegación a través del mismo para usuarios con baja visión. Las primeras adaptaciones informáticas diseñadas para personas con deficiencia visual eran muy rudimentarias y cometían un alto porcentaje de fallos. Éstas aparecieron en Estados Unidos a principios de los años ochenta, pero hasta los noventa, más concretamente hasta 1995, año en que surgió la primera versión moderna de Microsoft Windows (Windows 95), la sociedad no tuvo apenas conocimiento de su existencia.[17] Poco a poco las empresas desarrolladoras de este tipo de adaptaciones han ayudado a que las limitaciones presentes en los programas de accesibilidad fueran resolviéndose, ayudando a resolver las necesidades de este colectivo. Sin embargo y aunque se ha andado un largo camino, los problemas con los que se encuentran las personas que padecen baja visión frente al ordenador siguen siendo numerosos. Por otra parte, muchas de las empresas se centran en desarrollar un producto lo más sofisticado posible para la gran mayoría, con el fin de poder adueñarse del mercado, en lugar de encontrar soluciones a casos concretos de difícil resolución. Aun así y como hemos mencionado anteriormente, hay multitud de ayudas disponibles. Como ya hemos

dicho, se trata de herramientas de accesibilidad, de las cuales puede beneficiarse cualquier paciente con baja visión, independientemente del tipo de restricción visual que posea. En general, las ayudas disponibles están más enfocadas a personas con defectos de visión central o visión borrosa, que son las que tienen mayores dificultades a la hora de navegar por la pantalla del ordenador. Los pacientes con resto visual central en buenas condiciones, no suelen requerir demasiadas ayudas si reciben el entrenamiento suficiente para manejar los distintos dispositivos como ratón o teclado, ya que el ordenador no requiere de desplazamiento alguno y normalmente pueden hacer uso del ordenador mediante rastreo de la pantalla. No obstante, dependiendo de la habilidad de cada persona y el resto visual disponible, las ayudas citadas a continuación pueden ser también de gran utilidad.

Los ejemplos más relevantes son los siguientes:

- **Lector de pantalla:** programas que recogen la información existente en la pantalla del ordenador así como los cambios que se producen en la misma y la envían a una síntesis de voz, a una línea braille, o a ambos sistemas a la vez. Su funcionamiento consiste en el uso de combinación de teclas, las cuales permiten el manejo del ordenador y del propio programa, seleccionando las funciones mediante el uso del teclado. El más conocido de todos ellos es el utilizado por el sistema operativo Windows, llamado JAWS (Job Access With Speech); aunque existen otros como NVDA, Voice Over o WebAnywhere.

*JAWS* permite al usuario obtener información auditiva de todo lo que ocurre en la pantalla del ordenador, de los párrafos o textos que allí se encuentran, de la tecla que acaba de pulsar en el teclado o la palabra que acaba de escribir, ayuda para navegar en Internet o mandar correos electrónicos. El control absoluto del ordenador se lleva a cabo a través de combinaciones de teclas, que pueden tener distintas funciones según el programa que se está utilizando, siendo accesible a muchos de los mismos. [18]



NVDA es un lector de pantalla para Microsoft Windows gratuito, lo que supone una gran ventaja en pacientes que no disponen de muchos recursos económicos. El mecanismo de acción es parecido a JAWS. Además, una gran ventaja de este lector es que no es necesario que sea instalado en el ordenador, sino que se puede ejecutar directamente desde un USB, de manera que se convierte en un programa portátil. [19]

VoiceOver es el lector de pantallas por excelencia para el sistema operativo iOS, incluido de serie en todos los productos Apple. Uno de los puntos fuertes es la naturalización de la voz que han conseguido con este lector de pantalla, así como la cantidad de idiomas con los que cuenta. Este lector de pantalla se utiliza mediante movimientos de manos en Apple y con combinación de teclas para el navegador Mozilla Firefox, además es compatible con dispositivos Braille electrónicos, con múltiples conexiones simultáneas. Por otro lado, al estar integrado en el sistema OS, las apps desarrolladas funcionan con VoiceOver sin ningún tipo de problema.[20]

Otra posible solución es *WebAnywhere*, un lector de pantalla online, por lo que se puede utilizar en cualquier ordenador conectado a Internet.

- **Magnificador de pantalla:** programas informáticos cuya función es modificar los elementos de la pantalla en cuanto a color, contraste, tamaño y forma.

Esta magnificación de la imagen de la pantalla se puede realizar en diferentes grados de aumento, y de diversas formas de visualización: a pantalla completa o

mostrando la ampliación en un área determinada de la pantalla. Estos parámetros se pueden modificar dependiendo de las necesidades del usuario.

Un magnificador de pantalla puede realizar una ampliación de entre 1,5 aumentos a 700 aumentos. Además de aumentar la imagen de la pantalla, algunos magnificadores de pantalla permiten aplicar un filtro de color a la imagen ampliada para que el usuario pueda personalizar el contraste de color y los tonos. La ampliación más común consiste en un área móvil que amplía la zona de la pantalla que se desea ver con mayor detalle. Este foco puede ser modificado mediante el uso del ratón, de tal manera que el foco de ampliación va acoplado al puntero del mismo; mediante el uso de teclas de función; o por eventos del sistema, que ampliará la imagen de zonas donde aparezcan nuevas ventanas o actualización de la información. Es importante que el usuario sepa en todo momento donde se encuentra el foco de ampliación, ya que al desplazarse a nuevos eventos puede crear confusión. Por ello se incorporan tecnologías de síntesis de voz para notificar al usuario información sobre la lectura que está realizando, o si el programa ha realizado alguna operación, aumentando así la funcionalidad de los magnificadores de pantalla. Algunos sistemas operativos llevan incluidos un magnificador de pantalla, pero suelen ser bastante pobres en cuanto a su funcionalidad, por lo que generalmente se opta por instalar otros software con prestaciones más cercanas a las que ofrece un lector de pantallas, incluyendo síntesis de voz, posicionamiento subjetivo u otras características de accesibilidad de los sistemas operativos. Algunos problemas que surgen con el uso de estos magnificadores son el poco contraste que brindan en ocasiones, y la imposibilidad de seguir correctamente ciertos vídeos o animaciones, ya que al tener un aumento elevado se pierde mucha información del contorno. [21]

Algunos ejemplos de magnificadores de pantalla son: [22]

*ZoomText Magnifier* es un Sistema de magnificación de pantalla con 8 ventanas diferentes de zoom, llegando hasta los 36x aumentos. Posee otras cualidades, ya que es capaz de modificar el color, el brillo y el contraste de la zona ampliada para ofrecer una visión más cómoda, con punteros y cursores visibles. Además ofrece la posibilidad de cambiar la configuración del mismo, y tiene diversas ediciones,

compatibles con Mac o Windows, así como la incorporación de un lector de pantalla.

*Supernova Reader Magnifier* es una combinación de lector y magnificador de pantalla que permite al usuario acceder a las aplicaciones de Windows por medio de la ampliación de la imagen, con una ampliación máxima de 32x aumentos, salida de voz, o sistema braille. Para esto último, es necesario disponer de una de las muchas líneas de braille compatibles que permita dicha salida de información.



*MAGic* ofrece diferentes tipos de magnificación, ofreciendo vistas de pantalla completa o ventanas ajustables permitiendo ver las zonas ampliadas y las no ampliadas al mismo tiempo. Ofrece un aumento de hasta 36x. Además, dispone de mejoras para evitar el deslumbramiento, incrementar el contraste y facilita el seguimiento de las actividades en la pantalla. También incorpora la posibilidad del uso de salida de voz, y es compatible con distintos sistemas operativos.

*MagniLink iMax* es un magnificador de pantalla diseñado para Mac. Ofrece magnificación, mejora de contornos y configuración del puntero, así como un lector de pantalla con gran calidad de salida de voz. El Modo Mejora de Contraste da una imagen muy clara con los bordes de las letras muy bien definidos a pesar de los aumentos realizados. Algunas de las características propias de esta aplicación incluyen la posibilidad de dividir la pantalla, el soporte de pantalla dual, el modo pantalla completa, múltiples modos de alto contraste, posibilidad de zoom cuadrado o circular; todo ello permite configurar la pantalla como más accesible le resulte al usuario. Incluye la opción de lectura de documentos a través de la función GhostReader, lo que permite obtener información por salida de voz del texto y la magnificación del mismo en ventanas separadas gracias a la función

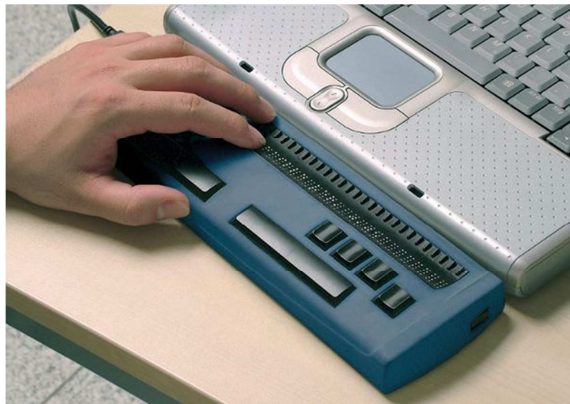
Speak Selection. Además, se pueden guardar textos en formato MP3 para escucharlos en otros dispositivos compatibles.



- **Línea de Braille/Teclado Braille:** Se trata de un sistema electrónico que opera mediante la elevación y depresión de 6 u 8 puntos por cada celda de que dispone, ofreciendo lectura en braille del texto que aparece en la pantalla, lo que permite a las personas con ceguera o baja visión leer el texto electrónico. Estos dispositivos ofrecen hasta 80 caracteres de la pantalla y son renovables, es decir, cambian continuamente conforme el usuario pasa el dedo por las celdas para leer el texto y mueve el cursor por la pantalla, por medio de comandos de teclas, de movimientos de cursor, o comandos de distintos lectores de pantalla. El display o teclado braille usualmente se coloca debajo del teclado del ordenador, y una de las ventajas respecto a los lectores de pantalla por voz es que no hace ruido alguno, lo que facilita su uso en lugares donde se requiere silencio. Además, la gran mayoría son compatibles con los lectores de pantalla que hay en el mercado, por lo que es una muy buena solución para personas sordo ciegas. El precio de la línea braille depende del número de caracteres ofrecidos, y oscila entre 3000 y 13500 euros. Los últimos modelos también ofrecen almacenamiento de información, e incluso guarda notas. Aunque entre unos y otros modelos las diferencias consisten en el tipo de conexión que requieren, si almacenan información o no, si se puede modificar dicha información, el número de caracteres que ofrecen, y la compatibilidad con otros dispositivos como lectores de pantalla convencionales, resaltamos algunas de las marcas de líneas de braille disponibles en el mercado y sus características.



*Braille Star* permite descargar documentos o texto desde un ordenador y almacenar la información, para más adelante disponer de ella e incluso modificarla y guardar esos cambios. Dispone de modelos con 40 u 80 caracteres.



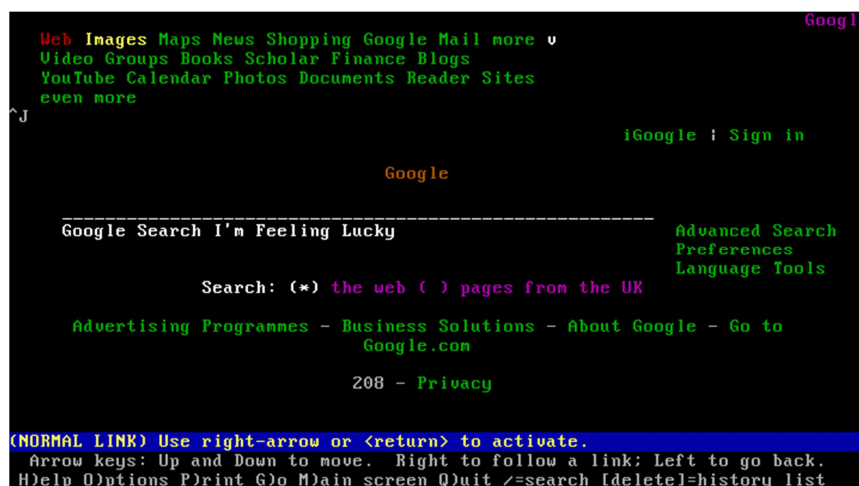
*Focus Blue Braille Display* es un dispositivo portátil que incluye comandos y configuración de braille. Usa el lector de pantalla JAWS y las teclas de la línea de braille actúan como un dispositivo táctil que permite al usuario navegar y leer información dinámicamente. Es compatible con conexión Bluetooth y USB, y puede trabajar con sistema operativo iOS, Mac y Windows. Está disponible en la versión de bolsillo, con 14 caracteres, y versiones estándar de 40 y 80 caracteres.

*VarioPro* ofrece la posibilidad de navegar por la pantalla con movimientos horizontales y verticales de los pulgares. Utiliza el lector de pantalla COBRA desarrollado por BAUM, que puede ser configurado con el módulo TASO para incluir la opción de desplazamientos horizontales y verticales. [23]

- ***Navegador sólo texto:*** Un tipo de navegadores que facilitan toda la información de la página web a la que se accede mediante texto, de tal manera que pueda ser leído por un lector de pantalla. Hoy en día muchas páginas web están cargadas de imágenes multimedia y animaciones que, en muchos casos, son irrelevantes e incluso molestas, interrumpiendo la lectura de texto mediante lector de pantalla.

*Lynx* es un navegador sólo texto que permite mostrar el texto de las páginas web, ignorando la información de imágenes y animaciones. Esto permite una navegación más fluida cuando una persona con discapacidad visual está navegando con la ayuda de un lector de pantalla. Para que la navegación sea satisfactoria, las páginas web deben ser diseñadas con vista a ser abiertas mediante Lynx, es decir, para que pueda ser accesible a personas con discapacidad visual, aunque esto no siempre

ocurre. Si se diseña una página web recargada de imágenes con funciones específicas, como enlaces o información relevante, esta información podría perderse con Lynx y no ser compatibles con este navegador. Existen versiones para los distintos sistemas operativos. La navegación es muy sencilla, se realiza mediante las flechas de dirección del teclado, arriba y abajo para desplazarse por los distintos links, derecha e izquierda para ir adelante o atrás en el historial, y el uso de distintas letras para otras acciones o acceder a una página web. [24]



- **Reconocimiento de voz:** Son software desarrollados principalmente para poder navegar por el ordenador mediante comandos de voz, así como escribir y editar documentos mediante dictado, entre otras funciones. Esto es de gran ayuda para personas que tienen dificultades en el manejo del teclado, ya sea por discapacidad motora, intelectual o visual. Muchos de ellos ya vienen integrados con los sistemas operativos, como es el caso de Windows. Al presionar la tecla Inicio > Panel de Control > Reconocimiento de voz, se puede iniciar y configurar la aplicación para que reconozca una voz, y poder manejar así el uso del ordenador mediante comandos de voz. Existe un tutorial de uso, un listado de comandos predeterminado pero además, ofrece la posibilidad de aprender nuevas palabras y órdenes a través de la configuración del mismo.  
Existe una gran variedad de software desarrollados para el uso de reconocimiento de voz, cada uno de ellos diseñado para distintos propósitos. Algunos de ellos son previo pago pero también existen muchos gratuitos que pueden ayudar a navegar por la web o programas de manera bastante intuitiva.



- **Scanner OCR (optical Character Recognition):** es un software que permite el reconocimiento óptico de los caracteres contenidos en una imagen, de forma que estos se vuelven comprensibles o reconocibles para un ordenador, obteniendo un archivo en un formato de texto editable. [25]

Con todas estas herramientas de accesibilidad a disposición de la persona con discapacidad visual, sigue habiendo dificultades y grandes diferencias de accesibilidad entre personas con y sin discapacidad visual. Así lo referencia el artículo de Chiang,[26] en el cual se pone de manifiesto la diferencia de accesibilidad al ordenador, aun con el uso de las herramientas oportunas, para las personas con discapacidad visual y la gente sin problemas visuales, siendo ésta más notable en sujetos con discapacidad visual severa. A pesar de esto, todos coinciden en la importancia y relevancia de incorporar estos dispositivos en áreas como por ejemplo la educación de alumnos con discapacidad visual, donde estas herramientas pueden proporcionar ayuda al desarrollo, inclusión, independencia y autonomía del estudiante con discapacidad visual. Estudios como el de Cássia Cristiane de Freitas Alves [27] así lo corroboran, incidiendo también en la importancia de establecer una buena infraestructura y apoyo pedagógico, así como asistencia y formación del profesorado.

## **5.2. Teléfonos móviles/Smartphones/Tablets**

Las tecnologías TIC desarrolladas para los teléfonos móviles se pueden dividir en herramientas de accesibilidad, y aplicaciones desarrolladas para los mismos con funciones especiales para personas con defectos visuales. Las herramientas de accesibilidad son muy parecidas a las descritas para el uso del ordenador,

normalmente integradas de serie en los smartphones, mientras que las nuevas app ofrecen una mayor integración social de este colectivo. La ventaja de que el móvil sea un dispositivo que se puede llevar a todas partes, le provee de ventajas adicionales, especialmente si se dispone de conexión a la red, ya que no sólo se centran en ayudar a la persona con deficiencia visual a discriminar mejor los objetos o desplazarse con mayor autonomía, sino que se sirve de la red para recibir ayuda de bases de datos o personas ajenas. El reconocimiento de voz ha sido el gran avance para la accesibilidad de los móviles, pero el desarrollo va mucho más allá.

El móvil es un dispositivo multifuncional. Atrás quedaron aquellos que sólo servían para realizar llamadas o mandar mensajes de texto. Los diversos usos cotidianos como puede ser la mensajería instantánea, envío de mensajes, conexión a internet o reproducción de música, han hecho del móvil una especie de ordenador personal. Debido a los nuevos desarrollos de aplicaciones y tecnología, las personas con baja visión pueden quedarse atrás en el acceso a la información, y es por ello que el desarrollo de la mayoría de las nuevas aplicaciones y dispositivos vienen diseñados para la posible accesibilidad de todos los usuarios, con el ánimo de conseguir una sociedad plural y sin brechas digitales. Conforme avanza la tecnología y la complejidad de las aplicaciones aumenta, crece el reto, pero también la oportunidad para lograr que las personas con discapacidad accedan a lo que aportan esas tecnológicas, incluso en su participación en la vida social, cada vez más vinculada al uso de estos dispositivos.

La primera generación de software para la integración de las personas con discapacidad visual son los programas de reconocimiento automático del habla y conversión de texto a voz. Con el tiempo, esas tecnologías han ido mejorando y se ha conseguido una mayor interacción en el uso del dispositivo móvil y los discapacitados visuales. Usar un teléfono móvil teniendo problemas de visión puede ser todo un desafío, y cada vez son más los fabricantes y desarrolladores de sistemas operativos móviles que asumen esas dificultades. Por ejemplo, Android 4.0 incorporó cambios muy relevantes en cuanto a las mejoras en la accesibilidad. Deslizándolo el dedo por la

pantalla, por ejemplo, una voz lee en alto los iconos que se va encontrando, así como las instrucciones para utilizarlos. [28]

El fomento del software libre supone un paso clave para la integración tecnológica de personas con discapacidad visual. A continuación se hablará un poco de los dispositivos y aplicaciones que se encuentran en el mercado, y para qué tipo de defecto visual serían más relevantes.

En primer lugar hablaremos de los **dispositivos específicamente diseñados para el colectivo de la baja visión** o ceguera. Aunque de nuevo la oferta disponible es variada, hablaremos de 'RAY', cuya misión es el desarrollo de productos accesibles para personas con discapacidad visual. Los dispositivos RAY y sus aplicaciones disponen de la tecnología más avanzada y de sofisticadas herramientas de comunicación especialmente diseñadas para las personas con discapacidad visual, con el fin de lograr una conexión, comunicación y socialización de los mismos. Un ejemplo:

*RAY N5* está construido en la plataforma utilizada por Nexus 5, lo que posibilita al usuario navegar en el modo RAY o en Android. Dispone de una interfaz de usuario llamada Eye-Free, que permite interactuar fácilmente con la pantalla de manera táctil e intuitiva. Ciertas funciones pueden ser realizadas mediante comandos de voz a través del reconocimiento de voz integrado en el dispositivo. También proporciona la posibilidad de disponer de asistencia remota, obteniendo ayuda vía online desde cualquier lugar, de miembros de la familia o del equipo de soporte. Lleva incorporado un lector de etiquetas NFC, las cuales se pueden configurar para que el móvil realice una actividad determinada al estar cerca de las mismas, de tal manera que puede ser muy útil para la identificación de objetos de importancia, como medicamentos o alimentos. Lectura de audio libros, acceso a las librerías de los mismos, navegación GPS con función '¿Dónde estoy?', '¿Qué tengo a mi alrededor?' y navegación paso a paso, dictado de mensajes vía oral, lectura de mensajes con salida de audio, y asistencia remota por videocámara con cualquier otro usuario; son otras de las características ya integradas en el dispositivo. [29]

Pero sin duda, el gran avance en accesibilidad e integración del colectivo de baja visión a través del teléfono móvil, no viene por los dispositivos diseñados específicamente

para ello, sino por la gran cantidad de **aplicaciones desarrolladas con el fin de ayudar a las personas con discapacidad visual** que existen en el mercado, muchas de ellas gratuitas.

### ***Aplicaciones beneficiosas para defectos de visión central o visión borrosa***

Como se ha citado anteriormente, la visión central del ojo corresponde con la zona de mayor resolución de detalle, por lo que los problemas a solucionar van a ser el ayudar a poder desenvolverse en situaciones del día a día con mayor normalidad.

- ***Be my eyes:*** Aplicación que conecta personas con discapacidad visual con voluntarios que prestan su ayuda desde cualquier parte del mundo a través de videoconferencia. La persona que necesita ayuda para reconocer por ejemplo un objeto, entra en la app y formula una petición de ayuda. El voluntario recibe una notificación de ayuda y, al aceptar, se establece una conexión de vídeo entre ambas personas. De esta manera el voluntario ayuda a la persona que solicita la ayuda resolviendo sus dudas. Esta aplicación está disponible para el sistema iOS, y funciona con el sistema VoiceOver. [30]
- ***KNFB Reader:*** Es capaz de escanear palabras impresas tanto en papel como en vidrio o plástico, y las reproduce con alta precisión mediante salida de voz. Disponible para sistema iOS en varios idiomas. Es capaz de gestionar las capturas que hace, guardar documentos y compartirlos en la nube. [31]
- ***Magnifying Glass With Light:*** Una de las muchas apps disponibles para funcionar como lupa. Magnifica la imagen y ofrece luz a través de la linterna del móvil. Puede capturar imágenes para después agradarlas con un zoom de hasta 5x aumentos, autoenfocable.
- ***ViaOpta Daily:*** Aplicación que transmite al usuario a través de la voz información importante para la vida diaria. Tiene 6 funciones: [32]
  - o **Clima:** entrega una descripción verbal del clima según la ubicación definida por el GPS.
  - o **Color:** apuntando la cámara del dispositivo hacia un objeto indica verbalmente su color.

- **Dinero:** apuntando la cámara hacia un billete indica su valor. Actualmente reconoce euros y dólares.
  - **Lupa:** permite tomar una imagen y aumentar su tamaño para poder leer mejor el texto que contiene.
  - **Cuenta atrás:** permite lanzar una cuenta atrás.
  - **Contactos:** permite asociar los contactos a iconos suficientemente grandes para facilitar su lectura.
- **Audio Labels:** Aplicación que ayuda a las personas con discapacidad visual a reconocer objetos a través de descripción auditiva asociada a los códigos QR. Basta con enfocar el mismo con el móvil, éste chequea la información del código y, si dispone de alguna descripción, la reproduce mediante VoiceOver. Además, se pueden crear nuevas descripciones y clasificaciones personalizadas. [33]
  - **BARD Mobile:** Librería digital que contiene unos 50.000 libros, revistas y música disponibles en audio y formato Braille. [34]
  - **EyeSight:** Permite agrandar cualquier texto impreso hasta 12x a través de sencillos gestos manuales. Además, permite 6 diferentes combinaciones de contrastes y colores para mejorar la accesibilidad. Se puede usar a través del iPad, e incluso conectarlo con monitores de televisión, lo que lo convierte en un dispositivo muy similar a un CCTV. [34]
  - **TapTapSee:** Permite realizar fotografías del objeto que queremos identificar mediante un doble click en la pantalla. La app realiza una búsqueda en su base de datos y nos revela de qué se trata mediante salida de voz. [34]

### ***Aplicaciones beneficiosas para defectos de visión periférica o visión borrosa***

Este tipo de aplicaciones se van a centrar principalmente en solucionar los problemas de desplazamiento que padecen las personas con este tipo de baja visión. En estos casos se ha de recalcar que la pérdida de visión periférica es muy discapacitante y, por ello, las aplicaciones han de tomarse como ayuda y no como solución a los problemas de desplazamiento.

- **ViaOpta Nav:** Una de las muchas aplicaciones GPS. Aplicación que consiste en un navegador GPS adaptado a personas con baja visión. Permite que el discapacitado

visual se desplace independientemente hacia un destino, ya que le entrega información útil que facilita su orientación mientras se mueve. Al introducir el destino se obtienen las indicaciones mediante voz paso a paso, incluyendo los cruces o pasos de cebra, distancias, direcciones, nombres de las calles o lugares de referencia. En todo momento, el usuario puede preguntar acerca de su ubicación, de tal manera que se encuentre siempre orientado. [35]

- **Wayfindr:** Aplicación para que personas ciegas o con baja visión se desplacen de manera independiente en el metro de Londres, fue creada por Ustwo y RLSB (Royal London Society for Blind People). Su funcionamiento es muy fácil y práctico. Hay diferentes etiquetas Bluetooth repartidas en las paredes del metro (beacons) que se comunican con una aplicación de un smartphone. Estas etiquetas entregan al usuario las instrucciones para moverse en la dirección correcta (similar a un GPS) para llegar a su destino final. El proyecto está en fase de prueba. [36]
- **Heare:** Aplicación que permite grabar rutas y direcciones con sus respectivas indicaciones en cruces o intersecciones. Mediante la señal GPS y la ruta que vayamos a realizar abierta, podemos ser guiados mediante voz a través de los auriculares según dónde nos encontremos. No es necesario disponer de acceso a Internet ya que la ubicación GPS es el único requisito una vez has descargado la ruta deseada. [34]
- **OntheBus:** Es una app gratuita disponible para Android e iOS. Se diseñó y desarrolló específicamente para invidentes, sordos, o personas con algún tipo de limitación de movilidad o discapacidad con el apoyo de la ONCE, conteniendo una guía auditiva que informa a tiempo real de dónde encontrar transporte público adaptado a las necesidades de cada usuario. [37]

### **Otras aplicaciones**

- **Shades:** Esta app está pensada para el gran consumo de batería que conlleva utilizar cualquier aplicación en móvil para estos usuarios. Consiste en reducir todo lo posible el consumo del móvil. Su funcionamiento sencillo te permitirá bajar el brillo de la pantalla del smartphone al máximo, a niveles inferiores de los que te permite el terminal de inicio. [38]



- **Awareness! The Headphone App:** El uso tan frecuente de VoiceOver por parte de personas con discapacidad visual, implica que deban llevar los auriculares siempre puestos, aislándolos del ruido exterior. Esta app permite interrumpir el VoiceOver cuando aparezcan ruidos específicos como aproximación de coches, gritos o alguien preguntándonos algo, para poder escuchar los ruidos de la calle sin necesidad de quitarse los auriculares. Si se está escuchando música, es capaz de pausarla y activar los sonidos exteriores a través de los cascos. [39]
- **See-Home:** Se trata de una aplicación para controlar y visualizar, de manera intuitiva y sencilla, viviendas que incorporen instalaciones domóticas. Permite el control total de luces, clima, motores de persianas, válvulas de agua o gas. Además, dispone de una gran capacidad de personalización para adaptarse a los diferentes perfiles de usuarios y hogares. Esta visualización y control puede llevarse a cabo desde la misma vivienda o mediante conexión remota a través de redes móviles.[40]
- **Tur4all:** El objetivo de esta aplicación es ofrecer a las personas con discapacidad información sobre las condiciones de accesibilidad de más de 1.400 establecimientos turísticos de todo el territorio español. Permite a los usuarios planificar su viaje, establecer los criterios de búsqueda en base a sus propias necesidades y en el lugar, localizar los establecimientos turísticos accesibles más próximos. [41]

A pesar del gran potencial que tienen este tipo de aplicaciones en la vida de las personas con baja visión, y que existen artículos del desarrollo de alguna de ellas; pocos son los estudios que han evaluado el uso y beneficio de estas aplicaciones por este colectivo. Uno de ellos es el artículo de Tekin y Coughlan [42], que pone de manifiesto la satisfacción del uso de reconocedores de códigos de barras para obtener información del producto en cuestión. Por otra parte, artículos que no son científicos, pero que son opiniones de aplicaciones usadas para distintas funciones, dan una nota positiva a este tipo de aplicaciones. Por ejemplo, en un artículo publicado en American Foundation for the Blind AccessWorld Magazine,[43] el uso de la aplicación TapTapSee parece ser de gran utilidad y aportar gran cantidad de información sobre el entorno que nos rodea.

### 5.3. Otros dispositivos

El desarrollo de tecnología TIC no sólo se queda en los dispositivos que tenemos más a mano, sino que la industria también está desarrollando otro tipo de dispositivos que pueden hacer que la accesibilidad de las personas con discapacidad visual a nuestra sociedad sea cada vez más satisfactoria.

- **Google Glass:** Dispositivo de última generación que consiste en unas gafas inteligentes de realidad aumentada, con una pantalla acoplada a una montura que, pese a ser minúscula, tiene el efecto de estar mirando una pantalla de alta definición de 25 pulgadas a una distancia de aproximadamente 2 metros y medio. Dispone de una cámara fotográfica de 5 megapíxeles, capacidad para grabar vídeos a 720p, conectividad WiFi y bluetooth, y memoria flash de 16Gb, con 12Gb adicionales a través de sincronización con los servicios en la nube de la empresa. La batería está diseñada para tener una vida de aproximadamente un día de duración (si no se usa de manera intensiva), y dispone de un puerto micro USB. Además, incorpora la aplicación "MyGlass", compatible con versión Android 4.0.3 o superior, que tiene como objetivo controlar las gafas para distintas funcionalidades como puede ser el navegador GPS. Disponen también de reproductor de audio a través de un sistema de conducción directa a los huesos cercanos al oído para ofrecer un sonido lo más nítido posible, y eliminar así las posibles interferencias o ruido ambiente. Las gafas pueden funcionar mediante órdenes de voz, por lo que las manos quedan libres mientras se ejecutan las distintas acciones la montura de unas gafas. [44] Algunas de las aplicaciones disponibles para este dispositivo son:

- o **Openglass Question-Answer:** se trata de una aplicación que permite al ciego o discapacitado visual capturar una foto mediante el reconocimiento de voz integrado en las "Google Glass", y al compartirla con esta aplicación, la foto se comparte en las redes sociales con una pregunta sobre la misma integrada. Esta foto con pregunta se comparte automáticamente en la red social Twitter o la plataforma Mechanical Turk de Amazon, y los usuarios de las redes responden en tiempo real a la pregunta ejecutada. El emisor de la fotografía recibe la respuesta inmediatamente, y es leída en voz alta por las

gafas, de tal manera que no hace falta que sea leída por el usuario, y el discapacitado visual recibe la información completa. [45]

- **Memento**: como ocurre con *OpenGlass Question-Answer*, al realizar una fotografía se puede compartir con esta aplicación, la cual permite reconocer la escena y ofrecer comentarios sobre la misma. De esta manera, cuando una persona con problemas visuales porte las Google Glass, el dispositivo reconocerá la escena si se enfoca sobre la misma zona, y transmitirá la información y comentarios guardados en la misma al usuario. Es muy útil para dar información de escenas como por ejemplo, al atravesar alguna puerta, indicando dónde se encuentra cada elemento, o a dónde conduce cada una de las nuevas puertas de la sala. [45]
- **Navatar**: es una aplicación desarrollada por científicos de la Universidad de Nevada, la cual permite realizar una navegación en interiores gracias a un sistema de detección de objetos físicos por medio de sensores. El usuario sólo tiene que decir cuál es su destino, y la aplicación lo guiará dando instrucciones cada vez que el usuario complete una acción y, en caso de equivocarse de dirección, el dispositivo le avisa de que va en la dirección errónea. [46]
- **What's this?**: es una aplicación que, igual que las citadas anteriormente, captura una foto al pronunciar estas palabras. Esta foto se envía automáticamente vía Bluetooth al móvil que está conectado con las Google Glass, y éste hace una búsqueda de la imagen tomada comparándola con la base de datos de fotos del buscador Google. Al encontrar coincidencia con otras fotos similares, las gafas emiten una respuesta indicando de qué se trata el objeto al que hemos hecho la fotografía.[47]
- **Magnify**: es una aplicación que magnifica la imagen que se está viendo a través del dispositivo. Sin embargo, no puede tomar fotos y la calidad de la imagen va empeorando conforme aumenta el zoom, pero puede ser útil para que una persona con discapacidad visual pueda ver algo con mayor aumento. [48]

- **OrCam:** Se trata de un dispositivo portátil con una cámara inteligente montada en la montura de las gafas del usuario, que proporciona visión artificial a la persona con discapacidad visual. OrCam reconoce textos y productos, y transmite información por voz a través de un conducto en contacto con el oído. Responde a un simple gesto de apuntar con un dedo el texto que se quiere leer o presionar una tecla, y lleva a cabo la acción. Además de esto, el dispositivo es capaz de reconocer rostros familiares, productos e incluso dinero para facilitar las actividades. [49]

## **6. Uso y beneficios de las TIC por personas con discapacidad visual**

Hemos visto algunos de los distintos dispositivos, aplicaciones y herramientas de accesibilidad disponibles en el mercado. En este apartado se realizará una valoración de cómo se hace uso de los mismos y de qué provecho podemos obtener de ellos.

El uso de las TIC en el sector de la educación parece ser un proyecto que poco a poco se está haciendo realidad. Muchos son los artículos que discuten sobre el uso de las TIC en las aulas, y de cómo la gran mayoría de veces existen carencias en el sistema educativo, ya que no se dispone de los recursos necesarios para que personas con discapacidad visual, en este caso, puedan acceder a la educación con las mismas oportunidades que los demás. Uno de los artículos de Fitchen [50] muestra cómo existe esta deficiencia en las aulas para estudiantes canadienses. Sin embargo, dentro del contexto de alumnos con distintas discapacidades que necesitan del apoyo de las TIC para su completo aprendizaje, el discapacitado visual es en el que más se han volcado a la hora de facilitar estas ayudas. Otros estudios ofrecen una visión más positiva de la implantación de estas ayudas en las aulas, así como de su beneficio, aunque éste lo dejan más relacionado con la estrategia educacional que se sigue. [51] A esto mismo hace referencia Simsek en otro artículo sobre las habilidades de los estudiantes con discapacidad visual.[52] Además, el aprendizaje y entrenamiento del uso de estas tecnologías por parte del profesorado es una parte fundamental en el desarrollo del alumno con discapacidad visual, como así refleja el artículo de Siu [53]. Todos ellos coinciden en la necesidad de seguir avanzando en la implementación de estos recursos en las aulas con alumnos con discapacidad visual. Así pues, distintos

gobiernos ya se han puesto manos a la obra e intentan que esta idea sea una realidad de aquí a unos años, como se puede apreciar en el artículo de Lidstrom [54] sobre los países europeos.

Pero la accesibilidad no sólo es necesaria en las aulas, sino también en las actividades del día a día, en el hogar, en la realización de la compra, firmas bancarias, desplazamientos y, en general, en todo el entorno que rodea al discapacitado visual. Sabemos que estas tecnologías pueden ayudar a una persona con baja visión a realizar actividades que antes le resultaban imposibles, pero no hay muchos estudios que refieran la utilidad y beneficios de los mismos. En la tesis doctoral de Majinge [55] se aprecia la necesidad de implementar las TIC en otras áreas como pueden ser las bibliotecas, en las cuales los discapacitados visuales no disponen de los medios suficientes para poder acceder a la información en las mismas condiciones. Hay ciertas iniciativas pero se quedan muy lejos de cubrir las necesidades de este colectivo. Además, vuelve a hacer hincapié en la necesidad de implementar formación de atención a estos usuarios para los trabajadores de las bibliotecas, y requerimientos a la hora de contratación. El uso de los móviles y sus aplicaciones sí que parece ser de ayuda para las personas con baja visión, así como los dispositivos portátiles que se pueden acoplar a los mismos, como así refleja el estudio de Ye [56], en el cual queda reflejado el uso de estos dispositivos por personas con discapacidad visual, aunque la accesibilidad a los mismos está aún por mejorar y los diseños han de ser llevados a cabo para la accesibilidad de todos. También se han estudiado el desarrollo de prototipos, como el de una nueva interfaz de usuario desarrollada para Android en la cual la persona con baja visión puede moverse por el menú de una manera muy sencilla mediante comandos de voz, recibiendo información auditiva de lo que se encuentra en la pantalla [57]; o el de una aplicación que reconoce los rostros conocidos a través de la cámara de un Smartphone [58].

De nuevo y, aunque existen ya varias aplicaciones para dispositivos portátiles, pocos son los estudios realizados acerca de la ayuda que proporcionan estos dispositivos. Algún diseño de aplicación para Google Glass parece dar buenos resultados. En el artículo de Hwang [59] se hace referencia a una que aumenta la imagen y mejora el

borde o extremo de las mismas, consiguiendo mayor contraste y facilitando así el reconocimiento a personas con problemas visuales centrales.

A la hora del desplazamiento, el uso de la tecnología de comunicación por radiofrecuencia tiene un futuro prometedor. También lo acompañan la tecnología WiFi o Bluetooth. Como se explica en el artículo de Dharani [60], uno de los muchos que sí se encuentran sobre este tema, estas tecnologías son muy útiles para el desplazamiento por interiores, y deben ser diseñadas para que las personas con baja visión puedan hacer uso de ellas emitiendo y recibiendo información por voz.

## **7. Discusión y conclusiones**

A pesar de la aportación de distintas tecnologías de ayuda para personas con baja visión, si navegamos por la red se puede ver que existen muchos más dispositivos y aplicaciones disponibles que, por cuestión de espacio y evitar la repetición de algunos similares, se han omitido en este trabajo. El factor económico de las personas con discapacidad visual y el precio de los dispositivos han sido dos variables que no se han tenido en cuenta a la hora de valorar la accesibilidad de los pacientes a las ayudas presentes en el mercado.

Muchos son los dispositivos y aplicaciones disponibles para la integración de las personas con baja visión en nuestra sociedad, pero la falta información, de propagación, de entrenamiento y de ofrecimiento por parte de los rehabilitadores visuales, hacen que éstas no se hayan propagado de forma masiva en nuestra sociedad. El entendimiento del funcionamiento de las mismas ha de ser entendido también por el profesional que trabaja con estas ayudas para un correcto traspaso de la información y uso de los dispositivos por parte de los discapacitados visuales. Aunque distintas aplicaciones se lanzan al mercado con el objetivo de ayudar al colectivo de la baja visión, pocos son los estudios realizados para comprobar la efectividad y beneficio real que pueden proporcionar estas ayudas, por lo que investigaciones acerca de los mismos son necesarias.

En las escuelas, la implementación de la tecnología TIC es algo real que está comenzando su andadura. En este sentido se ha de trabajar con esfuerzo para que las escuelas doten sus instalaciones con este tipo de ayudas, pues distintos estudios sí han demostrado los beneficios de las mismas en alumnos con discapacidad visual.

En líneas generales, aún queda mucho camino por recorrer para que la tecnología TIC pueda alcanzar todo el potencial de beneficios que puede ofrecer a la comunidad con baja visión. Desde las instituciones se han de propulsar proyectos e inversiones para que esto se haga realidad. Los resultados, aunque escasamente reportados, son bastante alentadores y la concienciación de las empresas para que se centren en el desarrollo de productos de accesibilidad universal hace que este camino se vaya andando poco a poco. Si se gestiona bien, en los próximos años puede darse una gran revolución en cuanto a la accesibilidad para los discapacitados visuales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] World Health Organization: *The Management of Low Vision in Children – Report of a WHO Consultation, Bangkok, 23–24 July 1992* 1993 [[http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO\\_PBL\\_93.27.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/1993/WHO_PBL_93.27.pdf)]. Geneva: World Health Organization WHO/PBL/93.27]
- [2] Lalit Dandona and Rakhi Dandona, “Revision of visual impairment definitions in the International Statistical Classification of Diseases”, *BMC Medicine* 200, 4:7; doi: 10.1186/1741-7015-4-7
- [3] Elvira Martín Hernández, Carlos Manuel Santos Plaza, Catálogo ONCE, sordeceguera. Capítulo 1. La deficiencia Visual
- [4] ESTATUTOS DE LA ORGANIZACIÓN NACIONAL DE CIEGOS ESPAÑOLES. Título I. Capítulo I.
- [5] Universidad Politécnica de Cataluña. Sala de prensa. Noticias. 2008
- [6] Lloyd, Margaret (2005) Towards a definition of the integration of ICT in the classroom. In AARE 2005, AARE, Eds. *Proceedings AARE '05 Education Research - Creative Dissent: Constructive Solutions*, Parramatta, New South Wales.
- [7] World Health Organization: Ceguera y discapacidad visual. Nota descriptiva N°282 Agosto de 2014. En [<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>]
- [8] ICD. Update and revision platform: change the definition of blindness [Internet]. Geneva: WHO; 2010. En [<http://www.who.int/blindness/>]
- [9] Inde, K. y Backman, O. (1998). El adiestramiento de la visión subnormal.
- [10] Blanco Sanz, RM et al. *Accesibilidad para personas con ceguera y deficiencia visual*. Anexo 1. Editado por: Madrid; Organización Nacional de Ciegos Españoles, Dirección de Autonomía Personal y Bienestar Social 2003  
ISBN: 84-484-0092-5



[11] Barbara Silverstone, Mary Ann Lang, Bruce Rosenthal, Eleanor E. Faye. *The Lighthouse Handbook on Vision Impairment and Vision Rehabilitation*

ISBN: 978-0-19-509489-3

[12] Pat M. Heathcote. *'A' Level ICT*.

[13] Ángel L. Vidal, Nina Billorou. *Mini guía práctica para los micro y pequeños empresarios de América Latina*.

[14] Katz, R. L. (2009). *El papel de las TIC en el desarrollo propuesta de América Latina a los retos económicos actuales*. Barcelona, Ariel.

[15] Witherspoon, J. P. (1997). *Distance education: A planner's casebook*. Boulder, Colo: Western Interstate Commission for Higher Education.

[16] Encuesta EPDFVE 2013

[17] En [<https://www.microsoft.com/spain/accesibilidad/microsoft/history.aspx?v=p>].  
Accedido por última vez el 15 de Junio de 2015.

[18] En [<https://profesionalnet.wordpress.com/2008/05/21/tecnologia-jaws-internet-para-invidentes/>].  
Accedido por última vez el 28 de Mayo de 2015.

[19] En [<http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=nvda>].  
Accedido por última vez el 28 de Mayo de 2015.

[20] En [<https://www.apple.com/es/accessibility/osx/voiceover/>].  
Accedido por última vez el 27 de Junio de 2015.

[21] En [<http://www.programaraciegas.net/?p=28>].  
Accedido por última vez el 1 de Junio de 2015.

[22] American Foundation for the Blind.

En [<http://www.afb.org/prodBrowseCatResults.asp?CatID=39>].  
Accedido por última vez el 13 de Junio de 2015.

[23] American Foundation for the Blind.

En [<https://www.afb.org/ProdBrowseCatResults.asp?CatID=43>]. Accedido por última vez el 13 de Junio de 2015.

[24] En [<http://lynx-win32-version.archivospc.com/>]. Accedido por última vez el 26 de Junio de 2015.

[25] Gobierno Vasco. Departamento de Cultura. En [[http://www.kultura.ejgv.euskadi.eus/r46-19123/es/contenidos/informacion/kultura2\\_0\\_prestakuntza/es\\_k20\\_form/adjuntos/pildora-OCR-2.pdf](http://www.kultura.ejgv.euskadi.eus/r46-19123/es/contenidos/informacion/kultura2_0_prestakuntza/es_k20_form/adjuntos/pildora-OCR-2.pdf)]. Accedido por última vez el 26 de Junio de 2015.

[26] CHIANG, M., COLE, R., GUPTA, S., KAISER, G., & STARREN, J. (2006). *Computer and World Wide Web accessibility by visually disabled patients: problems and solutions. American Journal of Ophthalmology*. 141, 429-430.

[27] Alves CCF, Monteiro GBM, Rabello S, Gasparetto MERF, Carvalho KM. Assistive technology applied to education of students with visual impairment. *Rev Panam Salud Publica*. 2009;26(2):148–52.

[28] En [<http://www.appsmag.es/805/la-telefonía-móvil-al-servicio-de-la-discapacidad-visual/>]. Accedido por última vez el 27 de Junio de 2015.

[29] En [<http://www.project-ray.com/>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[30] En [<http://bemyeyes.org/>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[31] En [<http://www.knfbreader.com/>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[32] En [<http://www.ozyotech.com/blog/visually-impaired-people-can-live-easier-with-viaoptadaily>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[33] En [<http://www.everywaretechnologies.com/apps/audiolabels>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[34] En [<http://www.applevis.com/apps/ios-apps-for-blind-and-vision-impaired>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[35] En [<http://www.setyoursights.com/life/novartis-develops-two-apps-for-people-with-vision-impairment>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[36] En [<http://www.wired.co.uk/news/archive/2014-08/12/wayfindr-app>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[37] En [<http://applicantes.com/on-the-bus-una-app-para-facilitar-el-transporte-a-descapacitados/>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[38] En [<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.googlecode.eyesfree.shades>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[39] En [<http://www.essency.co.uk/awareness-the-headphone-app/>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[40] En [<https://itunes.apple.com/es/app/see-home/id545671920?mt=8>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[41] En [<http://www.predif.org/?q=aplicaci%C3%B3n-strongtur4allstrong>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[42] Tekin E., and J.M. Coughlan. 2010. *A Mobile Phone Application Enabling Visually Impaired Users to Find and Read Product Barcodes*. Lecture Notes in Computer Science. (6180): 290-295.

[43] Holton B. *A review of TapTapSee, CamFind, and Talking Goggles Object Identification Apps for the iPhone*. American Foundation for the Blind, AccessWorld Magazine. July 2013, Volume 14, Number 7.

[44] En [<http://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130416/abci-google-glass-caracteristicas-201304161035.html>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[45] En [<http://www.visionaware.org/blog/visionaware-blog/google-glass-applications-for-blind-and-visually-impaired-users/12>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[46] En [<http://discovertechnologies.com/blog/google-glass-indoor-navigation/>].  
Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[47] En [<http://www.theaustralian.com.au/business/technology/google-glass-a-sight-for-poor-eyes/story-e6frgakx-1227013211880>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[48] En [<http://glassalmanac.com/google-glass-gains-magnifying-glass-app/6193/>].  
Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[49] En [<http://www.orcam.com/>]. Accedido por última vez el 28 de Junio de 2015.

[50] Fichten, Catherine S., Jennison V. Asuncion, Maria Barile, Vittoria Ferraro, and Joan Wolforth. 2009. "Accessibility of e-Learning and Computer and Information Technologies for Students with Visual Impairments in Postsecondary Education". *Journal of Visual Impairment & Blindness*. 103 (9): 543-557.

[51] Bocconi S., Dini S., Ferlino L., Martinoli C., & Ott M. (n.d.). *ICT Educational Tools and Visually Impaired Students: Different Answers to Different Accessibility Needs*.

[52] Simsek Omer, Eralp Altun, and Alev Ates. 2010. "Developing ICT Skills of Visually Impaired Learners". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2, no. 2: 4655-4661.

[53] Siu Y.T. and Morash V.S. 2014. *Teachers of students with visual impairments and their use of assistive technology: Measuring the proficiency of teachers and their identification with a community practice*. *Journal of Visual Impairment and Blindness*. 108 (5): 384-398.

[54] Lidstrom, H. and Hemmigsson, H. (2014). *Benefits of the use of ICT in school activities by students with motor, speech, visual and hearing impairment: A literature review*. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*. 21, 251-266

[55] Majinge, R. M. (2014). *Library services' provision for people with visual impairments and in wheelchairs in academic libraries in Tanzania*. Thesis (Ph.D.). University of KwaZulu-Natal, Pietermaritzburg, 2014.

[56] Ye H., Malu M., Oh U., and Findlater L. 2014. *Current and future mobile and wearable device use by people with visual impairments*. Conference on Human Factors in Computing Systems – Proceedings. 3123-3132.

[57] Kane, S. K., Jayant, C., Wobbrock, J. O. and Ladner, R. E. (2009). *Freedom to roam: A study of mobile device adoption and accessibility for people with visual and motor disabilities*. In 11<sup>th</sup> International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (pp. 115-122). ACM.

[58] Kramer, K. M., D. S. Hedin, and D. J. Rolkosky. 2010. *Smartphone based face recognition tool for the blind*. 4538-4541.

[59] Hwang AD, and E Peli. 2014. *An augmented-reality edge enhancement application for Google Glass*. Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry. 91 (8): 1021-30.

[60] Punit Dharani, B. Lipson and D. Thomas. 2012. *RFID Navigation System for the Visually Impaired*.