



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE MEDICINA

# **Máster en Rehabilitación Visual**

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

*Tablets en rehabilitación visual*

Presentado por Marta Senau Ramírez

Tutelado por: Dra. Laura Mena García

En Valladolid a, 3 de junio 2019

## AUTORIZACIÓN DEL TUTOR PARA LA EXPOSICIÓN PÚBLICA DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

*(Art. 6.2 del Reglamento de la UVA sobre la Elaboración y Evaluación del Trabajo Fin de Máster)*

Dña. Laura Mena García en calidad de Tutora de la alumna Dña. Marta Senau Ramírez del Máster en Rehabilitación Visual curso académico 2018-2019.

CERTIFICA haber leído la memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado “Tablets en rehabilitación visual” y estar de acuerdo con su exposición pública en la primera convocatoria.

En Valladolid a 13 de junio de 2019.

Vº Bº

Fdo.: .....

El/La Tutor/a

*“Apropiarse de la tecnología significa adueñarse de ella para cubrir unas necesidades y sacar un provecho, pasando a ser algo cotidiano y formar parte de la vida diaria de las personas”*  
(Sánchez Caballero, 2015)

**Los autores de este trabajo declaran no tener ningún potencial conflicto de interés.**

## ÍNDICE

RESUMEN .....	5
INTRODUCCIÓN .....	6
1.1. Baja visión .....	6
1.2. Rehabilitación visual .....	11
1.3. Tecnología y discapacidad.....	13
OBJETIVOS .....	15
2.1. Objetivo principal .....	15
2.1.1. Objetivos secundarios .....	15
MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
CONCLUSIONES .....	27
ABREVIATURAS .....	28
BIBLIOGRAFÍA .....	29

## RESUMEN

El trabajo analiza la funcionalidad de las *tablets* en rehabilitación visual e identifica aplicaciones que favorecen la autonomía de personas con baja visión. Esta revisión bibliográfica recoge aquellos artículos publicados en los últimos 5 años y reseñados en las bases de datos bibliográficas Pubmed y Google Académico. La información obtenida muestra una extensa bibliografía, motivo por el cual se decidió acotar en artículos basados para el dispositivo iPad®. Los resultados revelan que las *tablets* facilitan la integración de las personas con deficiencia visual debido a las opciones de accesibilidad que mejoran la visibilidad de la pantalla. Las aplicaciones que existen en el mercado para personas con baja visión se clasifican en: A) lectores de pantalla y magnificadores, B) reconocimiento de imagen y C) movilidad y transporte. Finalmente se confirma que las *tablets* son dispositivos que incrementan el grado de autonomía de las personas con baja visión.

Palabras clave: baja visión, dispositivos, iPad®, aplicaciones, rehabilitación visual, *tablet*.

## INTRODUCCIÓN

Las personas que padecen una reducción en sus capacidades visuales precisan de ayudas visuales y/o los servicios de rehabilitación visual (RV) para alcanzar los máximos niveles de funcionalidad e independencia, de manera que puedan conseguir una buena calidad de vida (Darío Escobar Gómez, Vélez Álvarez, Barrera Valencia, 2017).

La pérdida de visión afecta a cada persona de forma singular, de ahí que las ayudas visuales por sí solas no puedan solucionar los problemas causados por una deficiencia visual moderada o grave. Sin embargo, la combinación de servicios, técnicas específicas, instrumentos y recursos humanos especializados en baja visión (BV) ofrecen una herramienta esencial (Ortiz, P; Matey, 2011).

En la actualidad, las recientes innovaciones en dispositivos electrónicos como son *tablets* y teléfonos inteligentes amplían las alternativas de ayudas visuales para personas con BV (Sánchez Caballero, 2015). A pesar de que son más limitados en su funcionalidad que aquellos específicamente diseñados para este fin, tienen como principales ventajas el ser portátiles y de coste razonable (Crossland, Silva, & Macedo, 2014).

### 1.1. Baja visión

#### Definición

La BV es la condición visual que padece un sujeto con una restricción importante de la visión que no mejora con la adecuada corrección en gafas, lentes de contacto y/o tratamiento médico-quirúrgico (OMS | Ceguera y discapacidad visual, 2017). A consecuencia de ello, restringe su capacidad para realizar tareas hasta ahora habituales además de perder su autonomía personal y correr el riesgo de aislarse socialmente (Coco Martín, MB; Herrera Medina, J; Lázaro Yagüe, JA; Cuadrado Asensio, 2015).

Desde el 2018 existe una nueva Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11) que divide la deficiencia visual en dos grupos: visión de lejos (VL) y

próxima (VP) (OMS | Ceguera y discapacidad visual, 2017)(Bourne et al., 2017). Esta CIE-11 ha sido presentada en la Asamblea Mundial de la Salud en mayo de 2019 para su adopción por parte de los Estados miembros y entrará en vigor el 1 de enero de 2022.

Deficiencia de VL (Bourne et al., 2017):

- Leve:  $AV < 6/12$
- Moderada:  $AV < 6/18$
- Grave :  $AV < 6/60$
- Ceguera:  $AV < 3/60$

Deficiencia de VP (Bourne et al., 2017):

- $AV < a N6$  o  $N8$  a 40cm

Esta actualización hace uso del concepto de deficiencia en vez de discapacidad, que se utilizaba en la anterior clasificación. Por ende, evita la interpretación que puede conllevar la palabra discapacidad respecto a expectativas sobre el funcionamiento de las personas (qué se espera o no que hagan). La deficiencia supone un trastorno orgánico y la discapacidad es la limitación funcional, fruto de una deficiencia, que se manifiesta en la vida diaria y puede estar influida por valoraciones subjetivas (Bourne et al., 2017).

Puesto que aún falta tiempo para la implantación de la nueva clasificación que se hará en el 2022, se define la anterior CIE-10, actualizada y revisada en 2006, que subdivide la función visual en 4 niveles (OMS | Ceguera y discapacidad visual, 2017):

- Visión normal
- DV moderada:  $AV < 3/10$  (0,33)
- DV grave:  $AV < 1/10$  (0,10)
- Ceguera:  $AV < 1/10$  (0,05), o una pérdida de  $CV < 10^\circ$

La discapacidad visual (DV) moderada y la grave se reagrupan comúnmente bajo el término «baja visión»; la ceguera y la baja visión representan el total

de casos de DV (OMS | Ceguera y discapacidad visual, 2017).

Hoy en día no existe una clasificación internacional estandarizada que determine el nivel de ceguera legal. Ahora bien, el límite lo determina la medida de la agudeza visual (AV) y éste se encuentra especificado según el país y/o la organización de origen (Gómez Ulla de Irazábal & Ondategui Parra, 2012).

La relevancia del concepto de ceguera legal implica el reconocimiento gubernamental a prestaciones económicas y servicios educativos especiales. Por esta razón cada país define los términos de la misma (Figura 1).

País/Organización	Agudeza Visual (AV)
Suecia	1/30 (0,03)
Alemania	1/25 (0,04)
OMS	1/20 (0,05)
Francia	1/20 (0,05)
Holanda	1/20 (0,05)
España (ONCE)	1/10 (0,10)
Italia	1/10 (0,10)
Reino Unido	1/10 (0,10)
EE.UU.	1/10 (0,10)
Canadá	1/10 (0,10)

Figura 1. Límite superior de la ceguera legal en términos de AV por países (Gómez Ulla de Irazábal & Ondategui Parra, 2012).

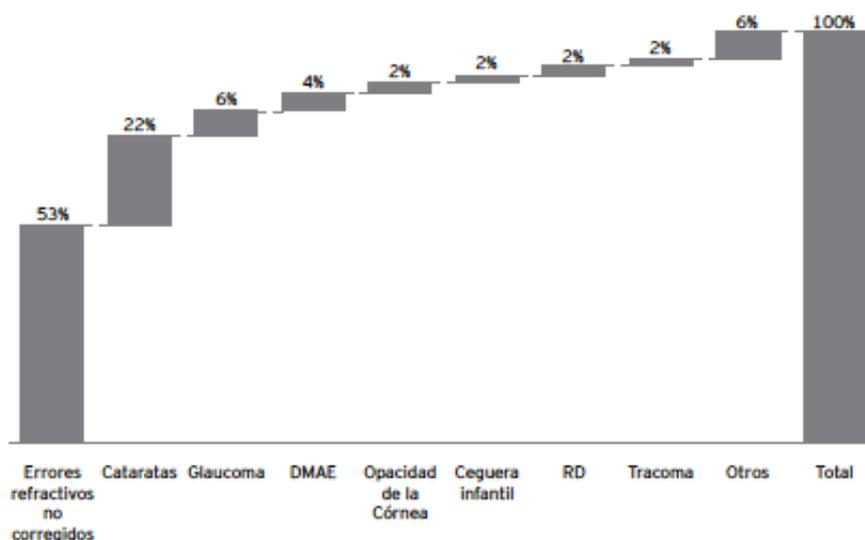
### **Situación mundial**

Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS | Ceguera y discapacidad visual, 2017):

- Aproximadamente 1300 millones de personas viven con alguna forma de deficiencia visual.
- Respecto a la VL, 188,5 millones de personas tienen una deficiencia visual moderada, 217 millones tienen una deficiencia visual de moderada a grave y 36 millones son ciegas (Bourne et al., 2017).

- En cuanto a la VP, 826 millones de sujetos tienen una visión deficiente (BA et al., 2008).
- Las principales causas de la visión deficiente son los errores de refracción no corregidos y las cataratas (Figura 2).
- Aproximadamente el 80% de todos los casos de visión deficiente se consideran evitables.
- La mayoría de las personas con visión deficiente tienen más de 50 años.

La experiencia individual de la visión deficiente varía dependiendo de muchos factores diferentes, entre ellos: la disponibilidad de intervenciones de prevención y tratamiento, el acceso a la RV, problemas de accesibilidad a los centros de salud, los medios de transporte y la información (AMD Alliance International, 2010)(Gómez Ulla de Irazábal & Ondategui Parra, 2012).



**Figura 2. Principales causas de DV en el Mundo en 2010, incluyendo ceguera y BV (AMD Alliance International, 2010) (Gómez Ulla de Irazábal & Ondategui Parra, 2012)**

Las causas varían de un país a otro. La proporción de deficiencia visual atribuible a las cataratas es mayor en los países con menor renta per cápita. En cambio, las enfermedades como la retinopatía diabética, el glaucoma y la degeneración macular asociada a la edad (DMAE) son más frecuentes en países con mayores ingresos (OMS | Ceguera y discapacidad visual, 2017).

La labor de la OMS se guía por el plan de acción denominado *Salud ocular universal: un plan de acción mundial para 2014-2019* que fue acordado por medio de una resolución en la Asamblea Mundial de la Salud de 2013. El objetivo general del plan es reducir la DV evitable como problema de salud pública mundial y garantizar el acceso a los servicios de rehabilitación para los discapacitados visuales (Organización Mundial de la Salud, 2013).

### **Situación en España**

La situación de ceguera en nuestro país es parecida a la que encontramos en Europa o en países desarrollados; se prevé que en unos años aumente la cifra a causa del incremento de diversos factores de riesgo como el envejecimiento de la población o el aumento en la prevalencia de la diabetes (Gómez Ulla de Irazábal & Ondategui Parra, 2012).

En España la definición de BV y ceguera legal se guían por los límites definidos en la Organización Nacional de Ciegos de España (ONCE) (Boletín oficial del Estado 141, 2016):

- La **baja visión** es la condición en la que un individuo presenta una AV menor a 0.3 pero mejor que 0.1 y/o una correspondiente pérdida de campo visual (CV) inferior a 20° en el mejor ojo con la mejor corrección posible.
- **Ceguera legal** se considera cuando con el mejor ojo y la mejor corrección óptica la máxima AV obtenida es igual o inferior a 0.1 y/o presenta un CV reducido a 10° o menos.

El propósito de la ONCE es mejorar la calidad de vida de los sujetos con DV de España pero las personas con BV no son consideradas ciegos legales y, por tanto, no pueden acceder a las prestaciones que ofrece esta organización. En consecuencia, estas personas tienen mayores limitaciones debido a que se encuentran sin ningún tipo de asistencia para mejorar su calidad de vida, así como adaptar el lugar de trabajo o puesto de estudio de manera gratuita (Gómez Ulla de Irazábal & Ondategui Parra, 2012).

En el año 2008 el Instituto Nacional de Estadística (INE) realizó la Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia (EDAD) (Gómez Ulla de Irazábal & Ondategui Parra, 2012), donde se estimó que en España alrededor de 979.200 personas de 6 años o más padecen algún tipo de DV; de las cuales 920.900 tienen BV y 58.300 son ciegas, esto refleja que la prevalencia de DV en España era del 2.14% en el 2008. Si comparamos este dato con el número de afiliados a la ONCE en ese mismo año que fue de 69.276 (7.07%), quedaron 909.924 (92.92 %) personas con BV sin ningún tipo de reconocimiento gubernamental para facilitar ayudas.

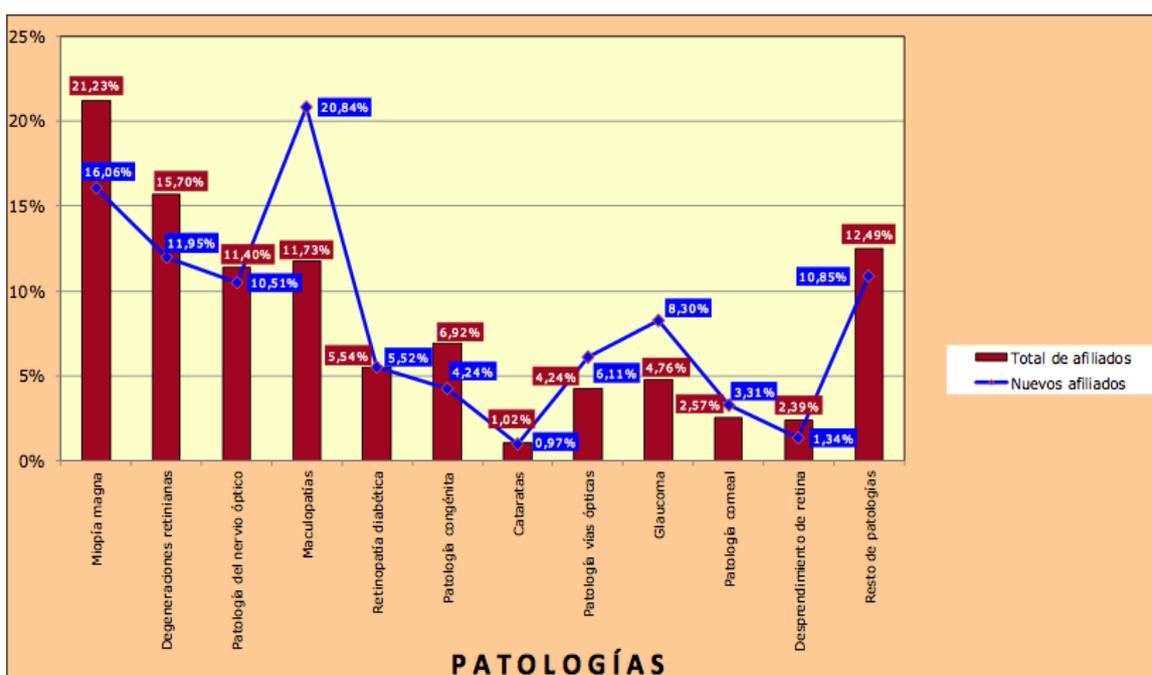


Figura 3. Distribución por las principales patologías visuales del total de afiliados y de los nuevos afiliados en el 2018 (Registro afiliados ONCE, 2018)

Tal y como muestra el gráfico (figura 3), el mayor número de afiliados se da por patologías relacionadas con incremento de la esperanza de vida y enfermedades crónicas como la diabetes.

## 1.2. Rehabilitación visual

Los pacientes con BV conservan un porcentaje de visión útil llamado resto visual (Ortiz, P; Matey, 2011). Mediante la RV se intenta potenciar al máximo este remanente de visión con la finalidad de recuperar, en la medida de lo

posible, las diferentes actividades de su vida cotidiana y fomentar su autonomía personal (Coco Martín, MB; Herrera Medina, J; Lázaro Yagüe, JA; Cuadrado Asensio, 2015).

Los programas de RV, el uso de ayudas ópticas y tecnológicas proporcionan mejora de las habilidades de la vida diaria y reducen la discapacidad en personas con BV. Igualmente tiene efectos positivos en la depresión y en la ansiedad reduciendo estos estados negativos (Tolman, Hill, Kleinschmidt, & Gregg, 2005).

La RV es un proceso activo y dinámico donde la comunicación entre paciente-rehabilitador es esencial para el entendimiento de los factores que influyen en la adaptación. Las buenas intervenciones se centran en ayudar a los pacientes a desarrollar y mantener una perspectiva optimista, ayudándoles a adoptar un enfoque proactivo para la auto-rehabilitación y favoreciendo lograr una sensación de control sobre sus vidas (Ortiz, P; Matey, 2011).

Podemos determinar que, para que la persona se adapte a su nueva situación, son importantes múltiples factores que deberán ser evaluados y tratados por un equipo multidisciplinar que implique tanto al oftalmólogo, encargado de hacer el seguimiento adecuado de la patología; el óptico-optometrista, que se encargará de prescribir ayudas ópticas y no ópticas; el rehabilitador, que entrenará al paciente en su uso; el psicólogo, que evaluará en qué fase del proceso de duelo se encuentra el paciente para ayudarlo a superarlo mediante las técnicas de afrontamiento adecuadas y por último, y no menos importante, el trabajador social, que se encargará del entorno social del paciente (Gil, Sánchez-Manzanares, & Rico, 2008).

También existen programas grupales que proporcionan la interacción social y permiten a los pacientes compartir tanto experiencias como estrategias de afrontamiento en cuestiones funcionales y emocionales. Se ha demostrado que las personas con redes sociales amplias participan más en actividades de promoción de la salud (Campbell & Craig, 2014).

Finalmente, es necesario implicar al sistema de apoyo del paciente (familiares y amigos) en los programas de RV ya que pueden lograr activar la transformación necesaria para que el paciente sea más autónomo y alcance el ajuste psicosocial que se requiere para mejorar su calidad de vida. La ayuda del sistema de apoyo del paciente garantiza el éxito de las intervenciones (Checa et al., 2003).

### **1.3. Tecnología y discapacidad**

El progreso de las tecnologías digitales, el acceso a internet y el crecimiento de la interconectividad facilita que los sujetos estén informados continuamente. Así pues, conseguimos solucionar obstáculos, construir conocimiento y crear nuevas formas de entretenimiento y ocio.

Sin embargo, este modelo social basado en la información y comunicación incluye el riesgo de provocar una “brecha digital”, o sea la exclusión que sufren los individuos que no son capaces de adaptarse a la tecnología o no tienen acceso a la misma y que les deja en desventaja con respecto a quien sí la tiene. Estas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en permanente transformación son esenciales para trabajar y vivir en esta sociedad (Escandell, Fortea, & Castro, 2014). En el caso de las personas con deficiencia visual, a parte de los problemas que puedan tener para utilizarlas, se suma la necesidad de un entrenamiento para la capacitación tecnológica.

A través del desarrollo y la adaptación de dispositivos y aplicaciones, se aportan nuevas soluciones haciendo más factible la integración de personas con deficiencia. Desde los centros de capacitación se debe informar sobre la existencia de esta tecnología de apoyo que facilita la adaptación y remitir al equipo de Tiflotecnología para instruir sobre los dispositivos y aplicaciones disponibles (Sánchez Caballero, 2015). Aprender a utilizar la tecnología proporcionará una mayor autonomía personal.

Por otra parte, los gobiernos deberían exigir a los desarrolladores de aplicaciones y fabricantes de dispositivos electrónicos que tengan en cuenta

los criterios de accesibilidad y usabilidad en sus productos con el fin de que sean accesibles para todas las personas.

La Fundación ONCE en 2014 realizó el *II Congreso Internacional sobre Universidades y Discapacidad*, donde se celebró la mesa redonda “*Las nuevas tecnologías para la formación y el aprendizaje de las personas con discapacidad. MOOC y plataformas digitales*” (Arco, 2014). En ella el Sr Javier del Arco expuso los problemas relacionados con la deficiencia visual, sobretodo en personas jóvenes, a partir de un estudio que estaban realizando sobre la discapacidad de movilidad, visual, auditiva e intelectual (Sánchez Caballero, 2005) (Fundación Vodafone, 2013).

Las reflexiones mostradas en el congreso fueron:

- Las personas con deficiencia visual confirman que desean sistemas de voz; el VoiceOver® y Siri® en sistemas iOS® y el TalkBack® en Android®.
- Hay un predominio del VoiceOver® en la *tablet*, lo cual significa que las personas con BV se decantan por el sistema iOS®.
- Respecto el tema económico, les parecen que los dispositivos son caros en general.

La Fundación ONCE ha creado el portal *Amóvil* para ayudar a personas que presentan necesidades especiales a identificar dispositivos móviles accesibles, que se ajusten a sus necesidades y preferencias.

En consecuencia de la extensa oferta de dispositivos electrónicos en el mercado actual, esta revisión bibliográfica se centra en el dispositivo iPad®. Es una *tablet* desarrollada por la empresa Apple® y dispone del sistema operativo iOS®; entre sus ventajas destaca su ligereza, manejo intuitivo y su autonomía de uso. Asimismo, el menú de accesibilidad permite adaptarlo a las diferentes necesidades que tenga cada persona: aumento del texto, mejora de la iluminación y capacidad de control de la voz y el audio para hacer la lectura y la comunicación más fácil.

## OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Realizar una revisión bibliográfica para evaluar el impacto de las *tablets* en rehabilitación visual.

#### 2.1.1 Objetivos específicos

- Identificar las principales prestaciones de accesibilidad y usabilidad de las *tablets* para personas con deficiencias visuales.
- Determinar y describir una selección de aplicaciones informáticas para personas con baja visión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La búsqueda de información para esta revisión se realizó a través de las bases de datos bibliográficas Pubmed y Google Académico, empleando como palabras clave: “*iPad*”, “*low vision*”, “*visual rehabilitation*”, “*tablet*”, “*electronic device*”, “*new technologies*”, “*visually impaired*”, “*device*”, “*application*”, “*accessibility*”.

Asimismo, en base a los resultados obtenidos se llevó a cabo una nueva búsqueda dirigida hacia los artículos referenciados que pudieran ser de interés.

Los resultados obtenidos tras la búsqueda de información muestran una extensa bibliografía sobre *smartphones* y *tablets* con sendos sistemas operativos (Android®, iOS®) que también se puede utilizar para la RV.

Los artículos seleccionados son ocho, se trata de artículos recientes puesto que fue en 2010 cuando la empresa Apple® presentó el primer iPad® basado en su teléfono iPhone®.

Finalmente, se ha realizado una búsqueda de las aplicaciones móviles más populares relacionadas con la deficiencia visual a través de App Store®.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las *tablets* y teléfonos inteligentes son de los dispositivos que más se han desarrollado en estos últimos años. Se consideran mini ordenadores de bolsillo que debido a su portabilidad nos permiten emplear una gran cantidad de aplicaciones en cualquier situación. Esa versatilidad de funcionalidad para la asistencia, beneficia a las personas con DV al posibilitarlas tener una mayor autonomía (Escobar Gómez, Vélez Álvarez, & Barrera Valencia, 2017). Estos aparatos están desarrollados en base al Diseño Universal pero dejando hueco suficiente para que sean adaptables a diferentes usuarios, configurables en un amplio rango de características. En este trabajo se han seleccionado los artículos basados en iPad® pero sería interesante para futuros trabajos revisar las publicaciones científicas sobre los beneficios de los *smartphones* hacia las personas con deficiencia visual.

En 2013, Walker (Walker, 2013) diseñó la aplicación MD\_evReader® que mejora la efectividad de lectura en visión próxima gracias a la personalización en la presentación de textos. Las personas con DMAE encuentran limitada su visión excéntrica a causa de los movimientos sacádicos que son incontrolables (McClure, Hart, Jackson, Stevenson, & Chakravarthy, 2000). De ahí que, mediante MD-evReader® se reduce la demanda de movimientos oculares porque se individualiza el texto a leer y su posición, mostrando una línea en la pantalla que se puede desplazar de derecha a izquierda con el dedo y *scroll*. Por lo tanto la persona consigue fijar el texto a través del locus retiniano preferente; zona que substituye a la mácula en sus funciones. Otra característica de esta aplicación es que se puede elegir el color y la fuente que mejor se adapte a las preferencias del usuario, además de existir la posibilidad de conectarse a la pantalla de una televisión. Mediante este estudio, su autor llega a la conclusión de que iPad® es una herramienta que proporciona alternativas en los métodos de uso y el coste adicional que supone descargar la aplicación es bajo. Sin embargo, la principal limitación que se encontró fue los derechos digitales creados por los editores como medida de anti-piratería y, en consecuencia, los textos disponibles publicados.

Otro artículo de ese mismo año (Gill, Mao, Powell, & Sheidow, 2013), diseñado para evaluar el impacto del uso de dispositivos digitales como herramienta para la RV, demostró que dispositivos como iPad® eran un instrumento útil para la rehabilitación debido a la posibilidad de magnificar el tamaño de la letra. Los pacientes con DMAE conseguían valores de velocidad de lectura mayores en los dispositivos digitales cuando cambiaban la medida de la letra a 24 puntos o más que si leían en papel. La limitación del estudio fue que en la muestra había pacientes reclutados que solo estaban diagnosticados de DMAE en un ojo y el test de lectura lo pasan binocularmente, de manera que si el ojo contralateral tenía buena AV influía positivamente en la velocidad.

Irvine y col. en 2014 observan el cambio de actitud de la sociedad respecto a la tendencia por incorporar cada vez más a su vida cotidiana las *tablets* y los *smartphones*. Igualmente perciben que las personas con BV incorporan cada vez más esta tecnología a su vida diaria hasta el punto de substituir las ayudas visuales tradicionales (microscopios, lupas, etc.). Este artículo describe las características de accesibilidad de estos dispositivos digitales para las personas con BV: contraste, zoom, VoiceOver®, asistente por voz Siri®. Además concluye que la elección del modelo de aparato se basará en si la persona tiene preferencias por la lectura, que entonces escogerá el de pantalla más grande, o si por el contrario se basa en la retroalimentación auditiva que elegirá el más pequeño que ocupa menos espacio (Irvine et al., 2014).

Por otra parte, Crossland y col. determinaron que Apple® es la compañía preferida por los usuarios con BV. Más de dos tercios de *tablets* utilizadas por sujetos con BV son iPads®. No se pudo determinar si la preferencia es por las opciones de accesibilidad o por la popularidad de la marca a nivel mundial. Una de las limitaciones de las limitaciones que tiene el estudio, fue el efecto de selección debido a que los participantes tenían que acceder a internet y responder las preguntas, por tanto la mayoría que participó fue gente joven que tenía ciertas habilidades tecnológicas y solo un pequeño porcentaje (7%) de la muestra eran personas de edad avanzada (Crossland et al., 2014).

Haji y col. evaluaron los efectos del iPad® en las habilidades lectoras de los pacientes con BV y se conflujo que el 94% de los pacientes evaluados con AV de 20/100 o peor en ambos ojos conseguían leer la letra más pequeña del diario *the New York Times* mediante el iPad® (Haji, Sambhav, Grover, & Chalam, 2014).

Otro punto que analiza Robinson y col. es la falta de formación y apoyo sobre cómo los usuarios con BV deben utilizar el iPad® de manera efectiva. La mayoría de personas con BV conocen la herramienta del zoom y la variación del tamaño de letra pero hay otras opciones de accesibilidad así como el asistente por voz Siri®, invertir colores, VoiceOver®, etc. que desconocen. Recomienda futuros estudios que analicen si es por motivos de falta de conocimiento por parte de los profesionales que llevan a cabo la rehabilitación o por falta de interés del usuario. Por lo que se refiere a la limitación del estudio, la muestra recogida no es representativa de la población con BV (Robinson, Braimah Avery, Chun, Pusateri, & Jay, 2017).

En cuanto a las redes sociales, los datos recogidos por Mednick y col. aseguran que los usuarios con BV consideran que iPad® es una herramienta que facilita conectarse mediante aplicaciones a su red de amigos, además que valoran positivamente que la información y los componentes del interfaz sean perceptibles. En definitiva, aseguran que la *tablet* de Apple® mejora la independencia y comunicación de las personas con deficiencia visual. No obstante, el estudio carece de datos sobre otros dispositivos electrónicos para poder comparar. Respecto a las limitaciones, la muestra es pequeña y existe falta de datos cuantificables (Mednick, Jaidka, Nesdole, & Bona, 2017).

Morrice y col. comparan la eficacia en la velocidad lectora a través de iPad® y con un circuito cerrado de televisión (CCTV), se recoge similitudes en los valores obtenidos con ambos dispositivos. Si bien, destacan que el precio de iPad® es 2 veces inferior al CCTV. Además, explican que la *tablet* es un dispositivo ligero que se puede transportar. Por ello, llegaron a la conclusión que iPad® es una alternativa de magnificación beneficiosa para las personas con BV. La limitación que se encontró a la hora de realizar el estudio fue que

algunos pacientes referían náuseas y mareos tras desplazar la bandeja del CCTV para poder leer el texto completo (Morrice, Johnson, Marinier, & Wittich, 2017).

En marzo de 2017 se publicó un artículo en la revista COOOA Optometría (Sebastián Carmona, 2017) donde se valora si el rendimiento en las velocidades de lectura con iPad® es comparable a las obtenidas con un amplificador de vídeo de CCTV u otros dispositivos de aumento. La conclusión a la que se llegó fue que iPad® es tan efectivo como los dispositivos de ampliación que utilizan los pacientes para BV en las tareas de lectura. Por otro lado, se reflejó que el entrenamiento con este dispositivo de Apple® podría aumentar la velocidad de lectura del usuario. No obstante, se necesita un tamaño de muestra mayor para clasificar el dispositivo de magnificación electrónica que beneficiaría según la deficiencia visual (Sebastián Carmona, 2017).

Para finalizar se describe una selección de las aplicaciones informáticas para iPad® mejor valoradas en App Store® por los sujetos con BV:

## **A. Lectores de pantalla, Magnificadores y Lupas**

### **A.1 Lectores de pantalla**

#### **a) *VoiceOver*®**

Lector de pantalla gestual que viene por defecto en los dispositivos Apple® y que facilita una descripción hablada sobre el contenido de la pantalla. Está disponible en 21 idiomas.

### **A.2. Magnificadores de pantalla**

#### **a) *Zoom*®**

Amplificador de pantalla integrado de 1.2x hasta 15x, permite usarlo a pantalla completa o con el modo de imagen dentro de imagen que amplía el contenido de la pantalla.

### A.3. Lupas

#### a) *Lupa*®

Herramienta integrada que amplía lo que se ve a través de la cámara trasera, su calidad y funciones son comparables a cualquier telelupa de bolsillo. Permite aumentar el zoom de 1x hasta 15x, activar la linterna, bloquear el enfoque, congelar la imagen, aplicar 5 filtros de colores, modificar brillo y contraste, así como invertir el filtro aplicado.

#### b) *SuperVision Mini*®

Aplicación que se descarga gratuitamente y convierte el dispositivo en una telelupa de bolsillo, de manera que posibilita variar el zoom, contraste y el modo de color de la imagen. También se puede activar el flash para usar en lugares con poca luz y congelar la imagen.

### A.4. Opciones de accesibilidad para mejorar la visibilidad de la pantalla:

En iOS® se encuentran ajustes de visualización que admiten invertir los colores de una forma inteligente, activar filtros de color, desactivar el brillo automático o reducir la intensidad de los colores vivos. Igualmente, podemos aumentar el tamaño de letra, activar texto en negrita, poner un contorno a los botones, mejorar el contraste reduciendo transparencias y oscureciendo los colores y por último, reducir el movimiento y los efectos de la interfaz.

## **B. Reconocimiento de imagen y OCR** (reconocimiento óptico de caracteres)

Este apartado reúne una variedad de aplicaciones para identificar elementos como: textos, imágenes, objetos, billetes, colores, fuentes luminosas, incluso ayuda a través de video chat por parte de voluntarios. El reconocimiento se lleva a cabo mediante la cámara trasera del dispositivo electrónico.

### B.1. Ayuda en tiempo real a través de video chat

#### a) *Be My Eyes*®

Aplicación gratuita que ofrece ayuda a sujetos con BV en directo a través de video chat, por lo tanto es indispensable estar conectado a Internet. Funciona como una red social en la que voluntarios videntes nos asisten en cuestiones

cotidianas: reconocer objetos, leer textos, distinguir el color de la luz del semáforo, asistencia para desplazarnos por lugares desconocidos, etc. Es fácil de manejar, está disponible las 24 horas y la asistencia se puede recibir en cualquier idioma.

## B.2. Identificación de billetes

### a) *Cash Reader*®

Aplicación de pago que identifica los billetes de la divisa deseada, funciona sin conexión a Internet y el dispositivo verbaliza al instante la cantidad. No precisa de captura de imagen ni presionar ningún botón.

## B.3. Identificación de colores

### a) *Qué Color – Reconoce colores*®

Identificador gratuito de colores que permite saber el color de los objetos o superficies enfocadas. Es muy funcional para conocer la tonalidad de las prendas de vestir. Se debe usar con buena iluminación para que el reconocimiento sea adecuado.

## B.4. Identificación de fuentes luminosas

### a) *Boop Light Detector*®

Identificador gratuito de fuentes luminosas. Avisa de la intensidad de la luz a través de sonidos, vibraciones e incluso verbalizando el porcentaje de la fuente luminosa. No es necesario conexión a Internet.

## B. 5. Identificación de medicamentos y acceso a su información

### a) *Medicamento Accesible Plus*®

Aplicación gratuita que permite identificar los medicamentos y consultar su prospecto. Para que la aplicación lo reconozca, se debe mover la caja hasta que la cámara enfoque el código de barras.

## B.6. Identificación de objetos y escenas

### a) *Identifi – Object Recognition for Visually Impaired*®

Aplicación gratuita que reconoce objetos y describe imágenes a partir de una fotografía, es necesario conexión a Internet. A diferencia de otras aplicaciones similares, también incluye un OCR que permite reconocer y verbalizar en voz alta el texto incluido.

### b) *TapTapSee*®

Aplicación gratuita que precisa de internet y permite a los usuarios fotografiar objetos y los identifica en voz alta. También permite reconocer videos en movimiento de hasta 10 segundos de duración.

## B.7. Reconocimiento de texto

### a) *KNFB Reader* ®

OCR que funciona sin conexión a Internet, permite escanear cualquier documento impreso o en pantalla y convertirlo a voz. Además, incorpora ayuda hablada para enfocar correctamente el documento y resulta muy útil para reconocer menús de restaurantes, cartas, carteles, etc.

## C. Movilidad y transporte

Los avances en tecnología han desarrollado aplicaciones para *tablets* y teléfonos inteligentes que permiten acceder a la información de manera inmediata y continúa acerca de la ubicación y localización de las personas. Ha sido un invento revolucionario porque simplifica las estrategias hasta ahora necesarias para el desplazamiento de los sujetos con deficiencia visual, un ejemplo es el hecho de reducir la memorización de datos para desplazarse por la facilidad de poder consultarlos en el móvil (Tristán, Arcia, Montes Franceschi, & Pérez, 2016). Asimismo, son complementarias al uso de bastón blanco y perro guía (Sánchez & Sáenz, 2008).

El dispositivo electrónico se conecta a los datos móviles insertando una tarjeta SIM de un operador local. Así pues, se puede mantener la conexión a internet cuando se esté lejos de un punto activo de WIFI. A continuación, se incluye un

listado de aplicaciones especialmente útiles para desplazarse y orientarse tanto por exteriores como en interiores.

### C.1. Balizas inteligentes

#### a) *NavCog®*

El sistema que utiliza esta aplicación está basado en la transmisión de datos bluetooth de baja energía (BLE), que va analizando las señales de balizas situadas en la ciudad. La principal ventaja de esta aplicación respecto el GPS (sistema de posicionamiento global), es que suele funcionar mejor en zonas interiores donde el GPS se encuentra limitado debido a que la señal puede ser débil o inexistente.

El sistema de guiado funciona a través de las balizas BLE o sensores iBeacon® que ayudan a triangular la localización del usuario. Su radio de acción varía mucho en función del espacio, por eso para mejorar el alcance se complementan con WIFI. La aplicación en el dispositivo se encarga de crear un mapa virtual para guiar a la persona a través de mensajes de voz. Los iBeacons® solo funcionan con dispositivos de nueva generación que lleven activado el bluetooth y se hayan descargado la aplicación NavCog® (Ahmetovic, Gleason, Kitani, Takagi, & Asakawa, 2016).

Este sistema está diseñado para que las ciudades dispongan de estos sensores no obstante, a día de hoy solo los encontramos en espacios públicos interiores como pueden ser centros comerciales (un ejemplo en Barcelona es el centro comercial Arenas), museos, aeropuertos, redes de metro, etc.

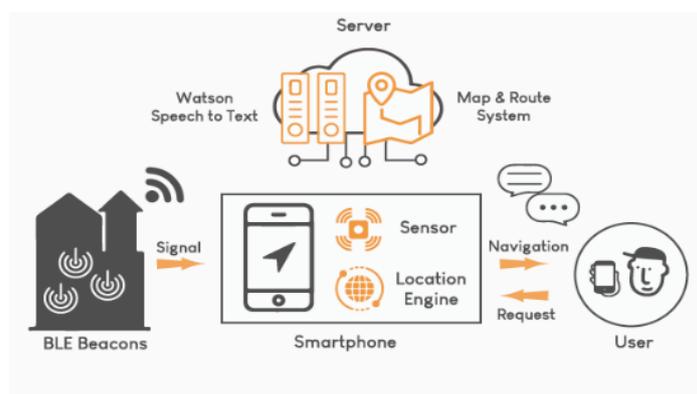


Figura 4. Sistema iBeacons (Asakawa, Chieko; Kitani, 2017)

Incorpora algoritmos que permiten identificar en tiempo real dónde se encuentra el usuario, la dirección que ha de seguir y sitúa los puntos de interés cercanos.

La aplicación se puede descargar gratuitamente en App Store®; es un producto de bajo coste y mínimo mantenimiento.

## C.2. Navegación

### a) *Lazarillo App GPS Accesible*®

Aplicación gratuita desarrollada pensando en personas con deficiencia visual para facilitar el desplazamiento por la ciudad, informa de la localización y de los elementos que rodean (tiendas, paradas de metro, restaurantes) mediante retroalimentación por voz. Emplea la brújula y el GPS del propio dispositivo, precisando conexión a Internet. Se puede usar por sí misma o en combinación con otras aplicaciones GPS o de transporte público como Google Maps®, Moovit®, etc.

## C.3. Sistemas de señalética y guiado

### a) *NaviLens*®

La aplicación más actual para el desplazamiento seguro (Sáez Martínez, 2017), basada en códigos BIDI que poseen un algoritmo fundamentado en visión artificial capaz de detectar múltiples marcadores a grandes distancias. El sujeto debe descargar previamente la aplicación y con la cámara del móvil tiene que escanear las etiquetas colocadas en sitios idóneos, tras ello el usuario obtendrá información sobre su ubicación, dirección a seguir, horarios de tren, incidencias, etc. en formato audio, video o web. Tiene un carácter universal, ya que traduce el contenido al idioma del teléfono que recibe la etiqueta. Esta aplicación favorece que las ciudades sean más accesibles para las personas con deficiencia visual y permite los desplazamientos de manera independiente en lugares no conocidos previamente.

#### C.4. Transporte

##### a) *Moovit®*

Aplicación gratuita diseñada para utilizar en el transporte público. Reconoce las estaciones de metro, tren, autobús, etc. que hay alrededor, así como permite planear rutas que se guardan en favoritos. Emite señales verbales y vibratorias, avisando de la parada en la que se tiene que bajar. Asimismo, actualiza en tiempo real posibles incidencias en el servicio, enviando alertas. Emplea GPS para conocer la ubicación, y por lo tanto precisa conexión a Internet. De todas formas, se puede descargar las distintas líneas de transporte en archivos PDF para poder consultarlas sin necesidad de conexión a Internet (Franco, 2019).

## **CONCLUSIÓN GENERAL**

Se puede afirmar que el desarrollo de las *tablets* facilita la integración de las personas con deficiencia visual e incrementa su grado de autonomía debido a su diversa funcionalidad.

## **CONCLUSIONES ESPECÍFICAS**

La tecnología de los dispositivos digitales tipo *tablets* avanza velozmente y se ha demostrado que es capaz de desarrollar aplicaciones que permiten el acceso igualitario.

En la actualidad existen numerosas aplicaciones informáticas con prestaciones específicas de accesibilidad para personas con baja visión. Sin embargo, también existe un importante desconocimiento por parte de los usuarios sobre éstas, tanto en términos de funcionalidad como de aplicabilidad. En este sentido, desde el ámbito de la rehabilitación visual se debe seguir avanzando en este campo, puesto que nuestra sociedad será cada vez más tecnológica.

## **ABREVIATURAS**

AV: agudeza visual.

BLE: bluetooth de baja energía.

BV: baja visión.

CCTV: circuito cerrado de televisión.

CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades.

CV: campo visual.

DMAE: degeneración macular asociada a la edad.

DV: discapacidad visual.

EDAD: encuesta de discapacidad, autonomía personal y situaciones de dependencia.

GPS: sistema de posicionamiento global.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

OCR: reconocimiento óptico de caracteres.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

ONCE: Organización Nacional de Ciegos Españoles.

RV: rehabilitación visual.

TIC: tecnologías de la información y comunicación.

VL: visión de lejos.

VP: visión próxima.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ahmetovic, D., Gleason, C., Kitani, K. M., Takagi, H., & Asakawa, C. (2016). NavCog: turn-by-turn smartphone navigation assistant for people with visual impairments or blindness. In *Proceedings of the 13th Web for All Conference* (p. 9). ACM.
- AMD Alliance International. (2010). The global economic cost of visual impairment: summary report. *Woodstock MD: AMD Alliance International*, (March).
- Arco, J. del. (2014). Las nuevas tecnologías para la información y el aprendizaje de las personas con discapacidad. MOOC y plataformas digitales. Retrieved February 19, 2019, from <http://ciud.fundaciononce.es/videos/es/mesa-redonda-las-nuevas-tecnologias.html>
- Asakawa, Chieko; Kitani, K. (2017). Sistema iBeacons. Retrieved April 12, 2019, from <http://www.cs.cmu.edu/~NavCog/navcog.html>
- BA, H., TR, F., SM, H., R, W., G, S., & S, C. (2008). Global vision impairment due to uncorrected presbyopia. *Archives of Ophthalmology*, 126:(12), 1731–1739.
- Boletín oficial del Estado 141 (2016). Retrieved from [http://portaljuridico.lexnova.es/public/contenidos/legislacion/IMAGENES/OEHA3316\\_10\\_4.PDF](http://portaljuridico.lexnova.es/public/contenidos/legislacion/IMAGENES/OEHA3316_10_4.PDF)
- Bourne, R. R. A., Flaxman, S. R., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V., Das, A., Jonas, J. B., ... Zheng, Y. (2017). Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 5(9), e888–e897. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(17\)30293-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(17)30293-0)
- Campbell, B., & Craig, C. (2014). Social media and health: Current and future healthcare provider perspectives. *Journal of Contemporary Medical Education*, 2(2), 129. <https://doi.org/10.5455/jcme.20140515123200>
- Checa, J., Pura, B., Veiga, D., Pallero González, R., Cacho González, A., Calvo, C., ... Coordinación, G. (2003). *PSICOLOGÍA Y CEGUERA Manual para la intervención psicológica en el ajuste a la discapacidad visual. Psicología y ceguera*. Retrieved from [http://sid.usal.es/docs/F8/FDO23226/psicologia\\_y\\_ceguera.pdf](http://sid.usal.es/docs/F8/FDO23226/psicologia_y_ceguera.pdf)
- Coco Martín, MB; Herrera Medina, J; Lázaro Yagüe, JA; Cuadrado Asensio, R. (2015). *Manual de baja visión y rehabilitación visual*.
- Crossland, M. D., Silva, R. S., & Macedo, A. F. (2014). Smartphone, tablet computer and e-reader use by people with vision impairment. *Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)*, 34(5), 552–557. <https://doi.org/10.1111/opo.12136>
- Darío Escobar Gómez, H., Vélez Álvarez, C., & Barrera Valencia, C. (2017). *Ayudas externas para mejorar la independencia en personas con discapacidad visual External aids for improving the Independence of persons with visual impairment. Revista Cubana de Oftalmología* (Vol. 30). Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21762017000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762017000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Escandell, M., Fortea, M., & Castro, J. (2014). La brecha digital en las personas con discapacidad visual. *International Journal of Developmental and Educational Psychology INFAD Revista de Psicología*, 1, 489–498. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v1.396>
- Escobar Gómez, H. D., Vélez Álvarez, C., & Barrera Valencia, C. (2017). Ayudas externas para mejorar la independencia en personas con discapacidad visual. *Revista Cubana de Oftalmología*, 30(1), 0.
- Franco, J. (2019). Recopilación de aplicaciones móviles que facilitan la vida a personas ciegas y con baja visión. Retrieved May 1, 2019, from <https://www.infotecnovision.com/recopilacion-de-aplicaciones-moviles-que-facilitan-la-vida-a-personas-ciegas-y-con-baja-vision/#content>

- Fundación Vodafone. (2013). Acceso y uso de las TIC por las personas con discapacidad. Retrieved February 19, 2019, from [http://www.fundacionvodafone.es/sites/default/files/resumen\\_ejectivo\\_informe\\_uso\\_tic\\_y\\_discapacidad.pdf](http://www.fundacionvodafone.es/sites/default/files/resumen_ejectivo_informe_uso_tic_y_discapacidad.pdf)
- Gil, F., Sánchez-Manzanares, M., & Rico, R. (2008). Eficacia de equipos de trabajo.
- Gill, K., Mao, A., Powell, A. M., & Sheidow, T. (2013). Digital reader vs print media: The role of digital technology in reading accuracy in age-related macular degeneration. *Eye (Basingstoke)*, 27(5), 639–643. <https://doi.org/10.1038/eye.2013.14>
- Gómez Ulla de Irazábal, F., & Ondategui Parra, S. (2012). Informe sobre la ceguera en España. *Ernest & Young*, 0814(Retinaplus+), 7. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2016.04.045>
- Haji, S. A., Sambhav, K., Grover, S., & Chalam, K. V. (2014). Evaluation of the iPad as a low vision aid for improving reading ability. *Clinical Ophthalmology*, 9, 17–20. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S73193>
- Irvine, D., Zemke, A., Pusateri, G., Gerlach, L., Chun, R., & Jay, W. M. (2014). Tablet and smartphone accessibility features in the low vision rehabilitation. *Neuro-Ophthalmology*, 38(2), 53–59. <https://doi.org/10.3109/01658107.2013.874448>
- McClure, M. E., Hart, P. M., Jackson, A. J., Stevenson, M. R., & Chakravarthy, U. (2000). Macular degeneration: do conventional measurements of impaired visual function equate with visual disability? *British Journal of Ophthalmology*, 84(3), 244–250.
- Mednick, Z., Jaidka, A., Nesdole, R., & Bona, M. (2017). Assessing the iPad as a tool for low-vision rehabilitation. *Canadian Journal of Ophthalmology / Journal Canadien d'Ophthalmologie*, 52(1), 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.cjco.2016.05.015>
- Morrice, E., Johnson, A. P., Marinier, J.-A., & Wittich, W. (2017). Assessment of the Apple iPad as a low-vision reading aid. *Eye (London, England)*, 31(6), 865–871. <https://doi.org/10.1038/eye.2016.309>
- OMS | Ceguera y discapacidad visual. (2017). WHO. Retrieved from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- Organizacion Mundial de la Salud. (2013). Salud Ocular Universal, 25. [https://doi.org/http://www.who.int/blindness/AP2014\\_19\\_Spanish.pdf](https://doi.org/http://www.who.int/blindness/AP2014_19_Spanish.pdf)
- Ortiz, P; Matey, M. A. (2011). *Discapacidad visual y autonomía personal: enfoque práctico de la rehabilitación*.
- Robinson, J. L., Braimah Avery, V., Chun, R., Pusateri, G., & Jay, W. M. (2017). Usage of Accessibility Options for the iPhone and iPad in a Visually Impaired Population. *Seminars in Ophthalmology*, 32(2), 163–171. <https://doi.org/10.3109/08820538.2015.1045151>
- Sáez Martínez, J. M. (2017). NaviLens: Jornadas sobre tecnología de la información para una universidad accesible.
- Sánchez Caballero, M. (2005). La invisibilidad de la baja visión dentro de la discapacidad visual en el acceso a las tecnologías -. Retrieved February 17, 2019, from <https://www.observatoriodelaaccesibilidad.es/espacio-divulgativo/articulos/la-invisibilidad-baja-vision-dentro-discapacidad-visual-acceso-tecnologias-primera-parte.html>
- Sánchez Caballero, M. (2015). *Baja visión y tecnología de acceso a la información. Guía de ayudas técnicas de bajo coste*.
- Sánchez, J., & Sáenz, M. (2008). Orientación y movilidad en espacios exteriores para aprendices ciegos con el uso de dispositivos móviles. In *Anales de la universidad Metropolitana* (Vol. 8, pp. 47–66). Universidad Metropolitana.
- Sebastián Carmona, J. (2017). Evaluación del iPad de Apple como ayuda de lectura en Baja Visión | COOOA Optometría. COOOA Optometría. Retrieved from <https://coooaoptometria.com/2017/03/01/evaluacion-del-ipad-de-apple-como-ayuda-de-lectura-en-baja-vision/>

- Tolman, J., Hill, R. D., Kleinschmidt, J. J., & Gregg, C. H. (2005). Psychosocial adaptation to visual impairment and its relationship to depressive affect in older adults with age-related macular degeneration. *The Gerontologist*, *45*(6), 747–753.
- Tristán, G. de, Arcia, A., Montes Franceschi, H., & Pérez, R. (2016). Aplicación móvil para el monitoreo de personas con discapacidad visual.
- Walker, R. (2013). An iPad app as a low-vision aid for people with macular disease. *British Journal of Ophthalmology*, *97*(1), 110–112. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2012-302415>