



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE MEDICINA

# **Master en Rehabilitación Visual**

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

La eficacia de la Terapia Visual basada en la  
evidencia científica en casos de Discapacidad  
Visual

Presentado por Cristina Bautista Iglesias

Tutelado por: Joaquín Herrera Medina

En Valladolid a 21 de Junio del 2018



**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)*

D. Joaquín Herrera Medina  
en calidad de Tutor de la alumna  
Dña. Cristina María Bautista Iglesias  
del Máster en: Rehabilitación Visual  
Curso académico: 2017/2018

CERTIFICA haber leído la memoria del Trabajo de Fin de Máster titulado  
“La eficacia de la terapia visual, basada en la evidencia científica,  
en casos de discapacidad visual “  
y estar de acuerdo con su exposición pública en la primera convocatoria.

En Valladolid a 13 de Junio de 2018

Vº Bº

Fdo.:  .....

El/La Tutor/a

# ÍNDICE

---

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
4. RESULTADOS.....	4
4.1 Bases fisiológicas del entrenamiento visual. ....	4
4.1.1 Neuroplasticidad.....	5
4.1.2 Aprendizaje perceptivo.....	7
4.2 Entrenamiento visual	
4.2.1 En alteraciones del Campo Visual.. ....	8
4.2.1.1 Con pérdida a nivel central .....	9
4.2.1.2 Con pérdida a nivel periférico.....	11
4.2.2 Restauración de la Agudeza Visual .....	20
5. CONCLUSIONES .....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## **1. INTRODUCCIÓN**

---

La terapia visual (TV) consiste en un programa individualizado, diseñado para mejorar la función visual general y su rendimiento, mediante el entrenamiento visual (Plou, 2007).

Durante dicho entrenamiento, se realizan una serie de ejercicios protocolizados, los cuales inciden directamente sobre la vía retino-cortical, la vía retino-subcortical y los músculos extrínsecos e intrínsecos del ojo, mejorando la función de dichos sistemas gracias a la plasticidad neuronal (Plou, 2007), dicha plasticidad es la que permite el aprendizaje perceptivo (AP).

El AP se basa en un mejor procesamiento, relativamente permanente, de un conjunto de estímulos gracias a la familiarización con los mismos (Gibson, 1963).

Por tanto, con la terapia visual lo que se pretende es entrenar al cerebro, para procesar la información visual de manera más eficiente.

A pesar de que frecuentemente se piensa que la plasticidad neuronal cesa al finalizar el periodo de niñez, numerosos estudios demuestran que esta, siempre está presente a lo largo de nuestra vida, aunque si es cierto que en menor medida conforme vamos envejeciendo (Plou, 2007).

Habitualmente se suele emplear el entrenamiento visual para tratar disfunciones de la motilidad ocular, de vergencias, estrabismo, ampliopía, trastornos acomodativos, del procesamiento de la información visual, o en la rehabilitación tras lesiones cerebrales.

Por tanto, ¿podemos afirmar que la terapia visual es de utilidad en casos de deficiencia visual?.

Aún existe un poco de controversia con este tema, ya que no son muy numerosos los estudios científicos que la avalan, razón por la cual, aún hay bastante escepticismo dentro de la comunidad científica.

## **2. OBJETIVOS**

---

De modo que, tras todas las ideas expuestas en la introducción, el objetivo de este trabajo es comprobar la efectividad de la terapia visual basada en la evidencia científica, específicamente en casos de discapacidad visual.

Son numerosas las actividades de la vida diaria que se ven afectadas cuando una persona presenta algún tipo de deficiencia visual, lo que conlleva una disminución considerable en la calidad de vida. Por ejemplo, puede interferir en la capacidad lectora, la capacidad de búsqueda de objetos en el entorno, la capacidad de realizar un desplazamiento seguro sin colisiones, etc.

Y por consiguiente, esta disminución en la calidad de vida va a repercutir sin ninguna duda en el estado de salud mental de la persona, por lo que si hay algún tipo de estrategia o protocolo que se pueda realizar para devolverles o enseñarles a realizar dichas actividades, en mi opinión, merecen su investigación, difusión y aplicación.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

---

La metodología llevada a cabo para la realización de la siguiente revisión bibliográfica ha sido la recopilación de información mediante el empleo de motores de búsqueda tanto a nivel nacional como internacional.

A nivel nacional, ha sido empleado el fondo bibliográfico de la ONCE sobre discapacidad visual, a partir del cual se han obtenido gran parte de las referencias bibliográficas en español. En el proceso de búsqueda fueron utilizadas palabras claves relacionadas con el entrenamiento como “estimulación”, “entrenamiento visual”, “motilidad ocular”.

También han sido empleados motores más internacionales: Scholar y PubMed.

Las palabras clave para la búsqueda han sido:

Baja visión, terapia visual, estimulación visual, aprendizaje perceptivo, escotoma central, restauración visual, pérdida campo visual, neuroplasticidad

Low vision, vision therapy, visual stimulation, perceptual learning, central scotoma, visual restoration, visual field loss, neuroplasticity

La documentación seleccionada casi en su totalidad está redactada en inglés, ya que al ser un tema muy actual y controvertido, aún no han sido realizados muchos estudios al respecto a nivel nacional.

A medida que he ido encontrando información relacionada, he ido investigando los autores que más aparecían, ya que son los que más han investigado en el asunto.

Los filtros empleados para la elección de la documentación definitiva fueron:

- Que sean publicaciones con fecha posterior al año 2000
- Que presenten una extensa bibliografía que garantice una mayor fiabilidad
- Y que hayan sido publicadas en revistas reconocidas

Aproximadamente, de unas 130 publicaciones encontradas inicialmente, tras el filtro han sido seleccionadas 36.

## **4. RESULTADOS**

---

### **4.1 BASES FISIOLÓGICAS DEL ENTRENAMIENTO VISUAL**

Como bien dicen los autores Piñero (2016) y Plou (2007) en sus publicaciones, se define la terapia visual, también llamada “entrenamiento visual”, como el arte de mejorar las condiciones visuales del paciente con el objetivo de establecer nuevas relaciones que le permitan recibir, procesar y comprender mejor la información visual.

Durante dicho entrenamiento, se realizan repeticiones de una serie de ejercicios protocolizados, los cuales inciden directamente sobre la vía retino-cortical, la vía retino-subcortical y los músculos extrínsecos e intrínsecos del ojo, mejorando la función de dichos sistemas gracias a la plasticidad cerebral.

Como dice Piñero (2016), se podría decir que la terapia visual es un procedimiento basado en la ciencia, ya que existen estudios experimentales que muestran los efectos fisiológicos y el incremento de la actividad cortical producidos por la misma.

Es necesario tener en cuenta ciertas características que debe poseer todo protocolo de entrenamiento;

- Inicialmente debemos partir del estado óptimo refractivo, es decir, es necesaria la valoración optométrica de la función visual para comprobar si se pudiera mejorar su estado, o para tener una referencia de inicio.
- El programa debe estar adecuado a las características de cada paciente y al objetivo que se quiere conseguir. Los ejercicios deben iniciarse en el nivel límite de dificultad, ni muy por debajo para evitar su aburrimiento y el efecto nulo, ni muy por encima para evitar su frustración. Este concepto también fue remarcado por Tarita-Nistor et al (2014) recientemente.
- Cualquier terapia debe ser rápida y efectiva, por ello debemos tener claros nuestros objetivos finales. La motivación y perseverancia del paciente juega un papel fundamental.

Con el entrenamiento visual lo que estamos haciendo es actuar sobre las neuronas que componen la vía óptica estimulándolas con la práctica repetida.

A continuación vamos a hacer una breve revisión de los componentes de la vía óptica, para posteriormente demostrar el fundamento de la plasticidad neuronal (Garcés-Vieira y Suarez-Escudero, 2014):



El cortex primario visual (V1) o corteza visual en el lóbulo occipital, es la principal destinación de la señal sensorial procedente del ojo, después de pasar por el cuerpo geniculado lateral del tálamo. Cualquier daño a lo largo de la vía, corresponderá a una parte ciega en el campo visual según la situación donde tenga lugar la lesión. Además, la señal es transmitida gracias a la secuencia de neuronas que componen la misma.

La neurona es la unidad estructural y funcional del sistema nervioso. Se compone de un soma o cuerpo, del cual emergen múltiples prolongaciones denominadas dendritas, y de la cual emergen otras más pequeñas denominadas espinas. Y una única prolongación más gruesa denominada axón, al final del cual encontramos botones sinápticos, donde se sintetiza y almacena en vesículas el neurotransmisor.

Una neurona se comunica con otra a través de una reacción concreta denominada sinapsis, la cual es una reacción química entre la membrana presináptica de el botón sináptico del axón y la membrana postsináptica de una de las espinas de las dendritas. Ambas membranas se enfrentan dejando entre ellas un espacio denominado hendidura sináptica.

En la corteza visual, aparte de la corteza estriada V1, existen otras áreas visuales extra estriadas, nombradas como V2, V3, V4 y V5. De forma que, cuando se produce una lesión a lo largo de la vía óptica principal, la cual conecta al organo de la visión con V1, es probable que aún quede otra forma de visión, denominada "**blindsight o visión ciega**", fruto de la percepción por parte de esta vía visual extraestriada o secundaria. La visión ciega es inconsciente y permite detectar movimientos, determinar la presencia o ausencia de objetivos visuales, e incluso reconocer expresiones faciales (Hadid y Lepore, 2017).

#### **4.1.1 NEUROPLASTICIDAD**

El tejido nervioso se considera un sistema dinámico, adaptable y plástico. La plasticidad neuronal representa la capacidad del sistema nervioso de cambiar su forma de respuesta como resultado de la adaptación a nuevas situaciones. Esta capacidad permite que el tejido nervioso pueda experimentar cambios morfológicos sinápticos, los cuales pueden ser neoformación, destrucción o reestructuración de las ramificaciones de botones sinápticos y espinas sinápticas con sus receptores (Garcés-Vieira y Suarez-Escudero, 2014).

Los dos conceptos que vamos a exponer a continuación, basándonos en los fundamentos bioquímicos del aprendizaje, justifican la plasticidad neuronal:

Por un lado tenemos la **facilitación sináptica**, la cual se basa en que si una terminal presináptica es estimulada repetitivamente durante un tiempo limitado que no induzca a fatiga de transmisión, la neurona tiende a responder de una forma más eficiente. La teoría es que aumenta la velocidad de vaciado de las vesículas que contienen el neurotransmisor y los canales de los receptores postsinápticos de las espinas dendríticas se abren con mayor velocidad.

Y por otro lado tenemos la **multiplicación sináptica**, la cual se basa en que una vez sometidas varios días a la facilitación sináptica, las neuronas tienden a multiplicar sus terminales presinápticos (más botones en el axón) y postsinápticos (más espinas en las dendritas), y por tanto, aumenta la cantidad de sinapsis entre neuronas.

Ambos mecanismos mejoran la intensidad y la velocidad de la conducción nerviosa (Garcés-Vieira y Suarez-Escudero, 2014).

El efecto de la neuroplasticidad puede dividirse en tres acciones:

#### I. Neurogénesis

En esta acción se lleva a cabo la generación de nuevas neuronas en el cerebro. Durante mucho tiempo se pensó que las neuronas morían y no podían ser reemplazadas, pero actualmente se conoce que la neurogénesis tiene lugar a lo largo de la vida, y participa en el proceso de plasticidad neuronal. De hecho, cuando ocurre una apoplejía, tiene lugar una potente reacción de neurogénesis.

#### II. Plasticidad funcional compensatoria

Cuando envejecemos, en general, contamos con un menor rendimiento neurocognitivo que cuando eramos jóvenes. Sin embargo, algunas personas, al envejecer desarrollan el uso de otras regiones del cerebro para compensar la dificultad adquirida de procesamiento, muestra de que el cerebro posee capacidad de reorganizar sus redes neurocognitivas durante toda la vida.

#### III. Funcionamiento y comportamiento

En el proceso de aprendizaje, los nuevos conocimientos adquiridos están en el corazón de la plasticidad, de forma que cuando se producen alteraciones cerebrales a raíz de una nueva experiencia desarrollada o practicada, podemos decir que se ha llevado a cabo el aprendizaje, y

estas alteraciones son la prueba de ello. Aquí es donde encuentra su base el **aprendizaje perceptivo (AP)**.

En resumen podemos decir que el cerebro es un tejido con gran potencial plástico (Garcés-Vieira y Suárez-Escudero, 2014).

#### **4.1.2 APRENDIZAJE PERCEPTIVO**

Como hemos mencionado, la neuroplasticidad es un término que describe la capacidad de la corteza para cambiar su estructura o función en respuesta a la experiencia. Se puede observar en diversas escalas temporales (desde corto a largo plazo) y en diversas escalas espaciales (desde neuronas individuales a circuitos neuronales completos). La manifestación conductual de la neuroplasticidad es el aprendizaje perceptivo (Bayeler, 2017).

Con el envejecimiento, se ha demostrado que existe disminución de la capacidad visual en cuanto a sensibilidad al contraste, adaptación a la oscuridad, agudeza visual, percepción de movimiento, estereopsis, campo visual funcional, etc. Sin embargo, ha sido demostrado que no existen cambios a nivel de morfología y densidad neuronal (Andersen et al., 2010).

Todo esto, nos lleva a plantearnos la hipótesis de si es posible, mediante el aprendizaje perceptivo, lograr el mismo rendimiento perceptivo en personas de edad avanzada que en personas jóvenes.

Durante los últimos años se han llevado a cabo numerosos estudios en relación a esta hipótesis. Estos estudios han demostrado que el AP puede emplearse para mejorar la discriminación de textura (Andersen et al., 2010) y el procesamiento de movimiento (Bower y Andersen, 2012) (Bower, Watanabe y Andersen, 2013) en personas de edad avanzada, consiguiendo incluso mayor efecto en ellos, que en personas jóvenes.

## **4.2 ENTRENAMIENTO VISUAL**

En el concepto de baja visión, inicialmente, no se tuvo en cuenta la inclusión de la reducción del campo visual como posible causa de la misma, sólo era tenida en cuenta la pérdida notable de agudeza visual, por tanto, podríamos decir que el campo visual era el gran olvidado, a pesar de su notable importancia.

Una de las clasificaciones más utilizadas en baja visión durante la historia ha sido la de E.Faye. En ella podemos diferenciar tres categorías dentro del concepto de baja visión en función de la alteración funcional de la visión producida: (i) visión borrosa generalizada (ii) defecto de campo central y (iii) defecto de campo periférico (Pastor, 2015).

Además, la actual definición de la OMS para el concepto de baja visión es la siguiente: “Se dice que una persona tiene baja visión cuando presenta una agudeza visual 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”

Es por ello que nos vamos a basar en esta clasificación para hacer el repaso de las diferentes formas de entrenamiento visual.

### **4.2.1 ENTRENAMIENTO EN ALTERACIONES DEL CAMPO VISUAL**

“El campo visual es la percepción global que nace de la estimulación de toda la retina en un momento determinado” o “Es la cantidad del espacio que se es capaz de percibir con un ojo manteniendo la fijación en un punto”

El campo visual binocular se extiende 180° binocularmente y 120° verticalmente.

Según Pastor (2015), conocer la funcionalidad del campo visual de un paciente permite comprender mejor sus limitaciones. La determinación de la función del campo periférico va a ser de gran importancia para entender las habilidades de movilidad del paciente, además de servir para llevar a cabo el seguimiento de algunas enfermedades.

En cuanto a lo defectos centrales, suelen deberse a afecciones en la retina o del nervio óptico. Además, si hay alteración en los conos, puede verse comprometida la visión del color.

#### **4.2.1.1 CON PÉRDIDA A NIVEL CENTRAL**

Una de las principales causas de discapacidad visual en los países industrializados es la Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE).

Como su propio nombre indica, dicha enfermedad produce atrofia macular, afectando principalmente a la zona central de nuestro campo visual. El nombre que recibe esta lesión, en referencia al campo visual, es escotoma central. Esta condición conlleva la pérdida de la visión central, además de una disminución de la sensibilidad al contraste y de la agudeza visual. Como consecuencia, numerosas actividades de la vida diaria se ven afectadas, principalmente las relacionadas con la lectura.

De modo que tras la aparición de un escotoma central, el cerebro realiza la adaptación de establecer un nuevo punto de fijación en algún lugar de la retina periférica no afectada, conocido como PRL (preferred retinal locus). Esto supone una prueba de que, a pesar de la edad, el córtex visual aún es maleable (Chung, 2011).

Muchas personas necesitan ayuda para realizar esta adaptación, por lo que la hipótesis de Marinoff (2016) es que, si se ha demostrado la efectividad de la terapia visual para desarrollar la fijación foveal en casos de fijación excéntrica, por qué no se iba a poder conseguir lo contrario, desarrollar una fijación extrafoveal con ayuda de terapia. He aquí un motivo de peso por el que estudiar la eficacia de la terapia visual en el entrenamiento de la fijación excéntrica.

Cuando utilizamos la retina periférica para leer, la capacidad de reconocer palabras se ve disminuida, y por tanto la velocidad de lectura se vuelve muy lenta, a pesar de que creemos un efecto de magnificación del texto con ayudas ópticas. Esto se debe a la reducción del visual span y la lentitud en el procesamiento temporal asociada, y al menor control oculomotor (inexactos y excesivo número de sacádicos, pobre estabilidad de fijación, etc.)(Marinoff, 2016).

En su publicación, Marinoff (2016), lleva a cabo un plan de terapia de 9 sesiones individualizadas con cada una de sus dos pacientes, reforzando la fijación excéntrica y la coordinación ojo-mano mientras consigue una mejora de los movimientos oculares durante la lectura. En ambos casos se obtuvieron resultados de mejora tanto objetivos (velocidad de lectura) como subjetivos (comodidad leyendo y mejora en habilidades de motricidad fina).

Según la autora, todo lo que se consigue mejorar durante la terapia, motilidad ocular y visual span, es fruto del aprendizaje perceptivo (AP).

Como bien afirma Andrew et al. (2015) es un estudio basado en si el AP puede ayudar a identificar de forma periférica palabras con mayor velocidad, los pacientes con DMAE tuvieron una tasa de aprendizaje equivalente a las de aquellos con visión normal, por lo que podemos decir que el AP depende de la plasticidad cortical y es independiente al funcionamiento del sistema visual.

Son muchos los estudios que investigan diferentes protocolos de AP para entrenar pacientes con escotoma central con la idea de mejorar el rendimiento de su función visual.

El primero podría decirse que fue el de Chung (2011), el cual se basó en una técnica llamada RSVP (rapid serial visual presentation) en la que el estímulo presentado eran frases completas. Este estudio tuvo ciertas limitaciones, como la ausencia de grupo control o que la medida del PRL fue tomada basándose en una tarea diferente a la del entrenamiento (fijación vs. lectura) (Maniglia, Cottureau, Soler & Trotter, 2016), sin embargo mostró la posibilidad de mejorar la visión residual mediante la técnica de AP.

Seiple et al. (2011) por otro lado, comparó tres formas de técnica; (i) conocimiento y entrenamiento de la visión excéntrica (ii) entrenamiento de la motilidad ocular (iii) RSVP. En su muestra, solo el grupo que había entrenado la motilidad ocular presentaba una mejora en la velocidad de lectura. Sin embargo, no encontró mejora con la técnica de RSVP, por lo que este sostiene la hipótesis de que un mejor control oculomotor es un punto clave para el entrenamiento de la lectura.

Según Maniglia et al. (2011), las discrepancias entre ambos estudios son debidas a las diferencias metodológicas; Chung testeó los pacientes de forma binocular mientras que Seiple de forma monocular, la velocidad de lectura puede estar muy influenciada por este aspecto.

Posteriormente, en el ensayo de Tarita-Nistor y sus colegas, se utilizó el mismo paradigma pero con palabras más cortas y se tuvo en cuenta el tamaño mínimo de letra para cada paciente en función de su agudeza, de forma que el entrenamiento se realizó al límite de las capacidades de cada persona. La razón fue que, según los autores, el AP es más efectivo cuando el estímulo es presentado en torno al umbral de los pacientes, induciendo mayor intensidad a la tarea y requiriendo mayor concentración. En este estudio se obtuvieron mejoras en la velocidad de lectura, en la AV tanto binocular como monocular en el mejor ojo y en la estabilidad de fijación.

Otro ejemplo, en el que se consigue mejorar la función visual mediante el aprendizaje perceptivo es el caso reportado por Lamosa (2003). En él, un niño de 10 años con Amaurosis congénita de Leber, por medio de la estimulación visual, consigue identificar objetos de la vida diaria a una distancia de 35-50 cm en diferentes posiciones del espacio, y aprende a leer. Es cierto, que al ser un caso aislado no podemos concluir que sirva de evidencia científica, pero es de notable interés la evolución presentada a lo largo de la experiencia, la cual supuso un duro trabajo de dos años.

Todos estos resultados remarcan la importancia del entrenamiento perceptivo individualizado para el umbral de cada paciente, maximizando el efecto del entrenamiento y promoviendo la mejora de otras habilidades visuales.

#### **4.2.1.2 CON PÉRDIDA A NIVEL PERIFÉRICO**

Algunas enfermedades que afectan a la retina periférica o a la vía óptica producen reducciones significantes en el campo visual periférico.

Las enfermedades oculares más frecuentes que presentan este tipo de alteración son: glaucoma, retinosis pigmentaria, oclusiones vasculares de la retina, desprendimiento de retina, alteraciones del nervio óptico y las lesiones en la vía óptica (las causas más frecuentes son episodios vasculares y traumatismos craneoencefálicos).

El campo periférico es un factor determinante en la movilidad de las personas. Además, si el daño es a nivel de retina, se verán afectados los bastones, impidiendo la visión en la oscuridad. Es de gran importancia en estos casos el control de la iluminación y los deslumbramientos, filtros de absorción selectiva pueden ser empleados para mejorar el rendimiento visual.

Los pacientes afectados por defectos periféricos que merecen una mención específica en el campo del entrenamiento visual son aquellos afectados por un accidente cerebrovascular o ictus. Los accidentes cerebrovasculares están considerados la tercera causa de muerte después de las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Además su incidencia va en aumento debido al constante envejecimiento de la población actual (Bouwmeester et al., 2007)

Desde el contexto del entrenamiento visual, es de interés su rehabilitación ya que la zona afectada está fuera del órgano de la visión. Si la afección estuviera localizada directamente en el ojo, por ejemplo en retina periférica, la terapia sería mucho más complicada.

Según estudios, el 58% de los pacientes que han sufrido un ictus, sufre una alteración visual como consecuencia. Las forma más frecuente son las hemianopsias homónimas (Pastor, 2015).

- Las **hemianopsias homónimas** se pueden definir como la pérdida absoluta o parcial de la visión en las mitades derechas o izquierdas de los campos visuales de ambos ojos. (Palomar, 2012) En muchos casos existe la preservación de los cinco grados centrales del campo visual parafoveal, lo cual permite la fijación. Sin embargo, la mayoría de sufren severas dificultades en su vida cotidiana en referencia a la lectura, la movilidad, la cognición visual y el control motor (Dundon et al., 2015).

Posterior a la lesión, durante los primeros 2-3 meses puede ocurrir una cierta cantidad de recuperación espontánea del campo visual, aunque suele ser parcial y solo ocurre en el 20% de los casos. Esta recuperación suele ocurrir a nivel periférico, lo cual puede tener su explicación en que, a diferencia del campo visual foveal, el periférico es procesado por un número menor de neuronas, pero con campos receptivos más grandes. Además, también puede contribuir a esta recuperación, la activación de la vía extraestriada no dañada.

Posteriormente a este período de recuperación espontánea, la hemianopsia homónima se considera un fenómeno permanente. Es por ello que desde los últimos 30 años se realizan investigaciones para encontrar una forma de rehabilitación eficiente (Dundon et al., 2015).

Cabe mencionar que en ocasiones, y con bastante frecuencia, esta rehabilitación puede verse perjudicada por el llamado efecto de la “inatención unilateral” o “anosognosia”, también encontrado en otras fuentes como “negligencia”, en la cual el paciente no es consciente de no ver por la zona afectada, por lo que no colabora con la acción rehabilitadora (Pastor, 2015).

A continuación, serán descritas las distintas formas de entrenamiento visual encontradas en la bibliografía para tratar específicamente los casos de hemianopsia homónima:

- i. Terapia compensatoria o de escaneo
  - Visual Scanning Training (VST) (modalidad unisensorial)
  - Audio-Visual Scanning Training (AviST) (modalidad multisensorial)



ii. Terapia de restauración visual: Vision restoration therapy (VRT)

En el ámbito de la rehabilitación visual también es valorable la contribución de la **terapia óptica o de sustitución**, la cual se basa en la ampliación del campo visual mediante el uso de lentes especiales o ayudas ópticas. Al no corresponder a una forma de entrenamiento visual, no vamos a profundizar en ello.

A grandes rasgos podemos diferenciar dos enfoques en la terapia, el **compensatorio**, el cual busca un refuerzo oculomotor para sortear los estragos causados en el campo visual por la afección, y el **restaurativo**, el cual pretende la estimulación de aquellas zonas neuronales residuales que hayan sobrevivido a la lesión. Ambos enfoques pretenden lograr el mismo objetivo, conseguir la rehabilitación de los pacientes para que puedan volver a realizar actividades de la vida diaria.

A continuación, cada uno de ellos va a ser estudiado en profundidad para finalmente valorar, según la bibliografía, cual de los dos presenta una mayor efectividad, y en qué casos.

i. **Terapia compensatoria o de escaneo**

Se basa en el entrenamiento oculomotor con el objetivo de disminuir el impacto que el defecto campimétrico pueda tener en las actividades de la vida diaria de la persona afectada.

Los movimientos implicados en las tareas de rastreo visual son los *movimientos sacádicos*, estos están controlados principalmente por la corteza frontal, y serán objeto de intervención en esta terapia.

Como bien hemos dicho, lo que busca la terapia compensatoria es desarrollar la capacidad de realizar *sacádicos compensatorios*, los cuales presentan la característica de ser de gran amplitud y en dirección al lado ciego del campo, con el fin de anticipar las demandas ambientales (colisiones, objetos/personas que entran en el campo, etc.) (de Haan et al., 2015).

En su naturaleza, los movimientos sacádicos son involuntarios, y suelen darse cuando algún objeto entra en nuestro campo visual o cuando realizamos alguna tarea de rastreo. Lo que se pretende con esta terapia es aprender a realizar sacádicos voluntarios, hacia el lado sin visión de nuestro campo, de una forma estratégica. La acción de realizar un movimiento sacádico en

dirección contraria pero de la misma amplitud al estímulo se denomina “**tarea anti-sacádica**” (Lèvy-Bencheton et al., 2016).

Además, si los pacientes con hemianopsia homónima no compensan espontáneamente la pérdida de campo visual, generalmente es un por un mal control oculomotor, por lo que cabe esperar que mejorándolo, conseguiremos activar el mecanismo adaptativo (Dundon et al, 2015).

La adaptación sacádica (AS) ha sido utilizada durante décadas como una herramienta de exploración de los mecanismos de la plasticidad en modelos animales y humanos. Se descubrió que habitualmente, cuando un sujeto practica una serie de sacádicos en torno a un estímulo visual, el cual a su vez es desplazado durante el movimiento, se producen post-sacádicos erróneos. Sin embargo, cuando tienen lugar numerosas repeticiones, finalmente se produce un aumento en la amplitud de los sacádicos gracias a la plasticidad (Lèvy-Bencheton et al., 2016).

A toda esta teoría, es necesario añadir que no sería posible sin la contribución de un cambio de atención hacia el lado ciego para promover el movimiento de los movimientos sacádicos, ya que estos están precedidos por movimientos de atención. Un giro de cabeza por sí solo no cambia los campos visuales. Sin embargo, un giro de la cabeza en combinación con los movimientos oculares de escaneo, conduce a una extensión del campo visual funcional mediante el uso del campo completo de la mirada (Horton, Fahle, Mulder y Trauzettel-Klosinski, 2017).

Hay numerosos estudios al respecto, aunque hacer una comparativa entre ellos es tarea complicada, dado que los diferentes autores han experimentado con diferentes protocolos de entrenamiento, imposibilitando la equivalencia de unos resultados con otros.

A nivel general la duración del entrenamiento es de alrededor de 1 mes realizando una sesión diaria de 1h. Tras el tratamiento, los pacientes reportan beneficio en la habilidad de exploración (Dundon et al., 2015).

En el caso del famoso programa patentado por de Haan y sus colegas, “InSight - Hemianopia Compensatory Scanning Training (**IH-CST**)”, la estrategia de escaneo empieza con un sacádico horizontal de gran amplitud hacia el lado ciego, luego otro sacádico de gran amplitud que termina en el lado de visión peri-central, y posteriormente, el retorno al punto de partida de mirada al frente. Los pacientes aprenden a generar este **ritmo** de escaneo endógenamente, y ajustan la velocidad a las demandas ambientales.

El protocolo de enseñanza comienza con ejercicios que les permiten conocer el tamaño y la forma del defecto campimétrico que presentan. Luego, se practica el ritmo sistemático con

ejercicios que van en ascenso de dificultad. Inicialmente no es permitido el movimiento de cabeza, y a medida que se va avanzando en la terapia, entran en juego los acompañamientos de cabeza con la mirada para aumentar el rango de escaneo.

El principal objetivo, como ha sido comentado, es la detección temprana de obstáculos durante la movilidad, lo cual es de vital importancia (ejemplo en la siguiente figura):



Fig. 1. Visualización de una escena en hemianopsia homónima derecha: a) sin realizar movimientos oculares b) tras realizar sacádicos compensatorios de escaneo (Horton et al., 2017)

En otros estudios, como el de Lèvy-Bencheton y sus colegas, el entrenamiento se basó en practicar la tarea antisacádica en sesiones cortas. La tarea consistía en fijar una cruz roja central mientras esperaban la aparición del estímulo que se iba a generar en la periferia. El estímulo aparecía en el meridiano horizontal dentro del hemicampo sano a 6, 9 y 12 grados de excentricidad. Se le pedía al paciente que cuando detectara el estímulo realizara un antisacádico (sacádico voluntario en dirección opuesta) intentando que fuera de la misma amplitud al del estímulo. Estos demostraron una mejora considerable en tareas de lectura y exploración visual.

También encontramos en la bibliografía, fruto del crecimiento que ha sufrido esta terapia en el tiempo, software colgados en la red de libre acceso y gratuito como “Eye-Search” y “Read-Right”. Según el estudio realizado en 2012 por Yean-Hoon Ong y sus colegas, donde fue valorada la efectividad del programa de lectura “Read-Right”, la realización de la terapia tuvo efectos muy positivos permitiendo un aumento en la velocidad lectora de los participantes. Este programa consistía en la realización de la lectura de un texto, el cual se iba moviendo a una velocidad determinada, y cuya temática era previamente seleccionada por la persona para aumentar la motivación.

Posteriormente, en otro estudio realizado en 2014 por otro grupo de investigación en el que también participó la autora Ong, se centraron en valorar la efectividad del programa Eye Search, el cual pretende mejorar la capacidad de búsqueda y localización de estímulos. Los pacientes

debían seguir un estímulo compuesto por un círculo blanco con una C negra la cual iba girando conforme avanzaba el movimiento. Ellos tenían que decir la orientación de la C (arriba o abajo) al final de la actividad. El objetivo de la aplicación era generar sacádicos para facilitar en la vida diaria la realización de sacádicos compensatorios.

Desde mi punto de vista, muy probablemente esta terapia basada en la web sea el futuro de la terapia compensatoria, por su accesibilidad, coste y efectividad.

- **Trastorno en la lectura y mecanismos de adaptación**

En los casos de hemianopsia homónima, usualmente, según la localización de la afectación del campo visual, la lectura se verá en mayor o menor medida afectada.

Cuando el defecto impide la habilidad lectora, como comentábamos en el apartado de alteración en el campo central de la visión, la participación del individuo en la sociedad se ve restringida, lo que conlleva, entre otras cosas, una disminución considerable en la calidad de vida. Es por ello que hay que remarcar los mecanismos de adaptación por su interés y promover su divulgación.

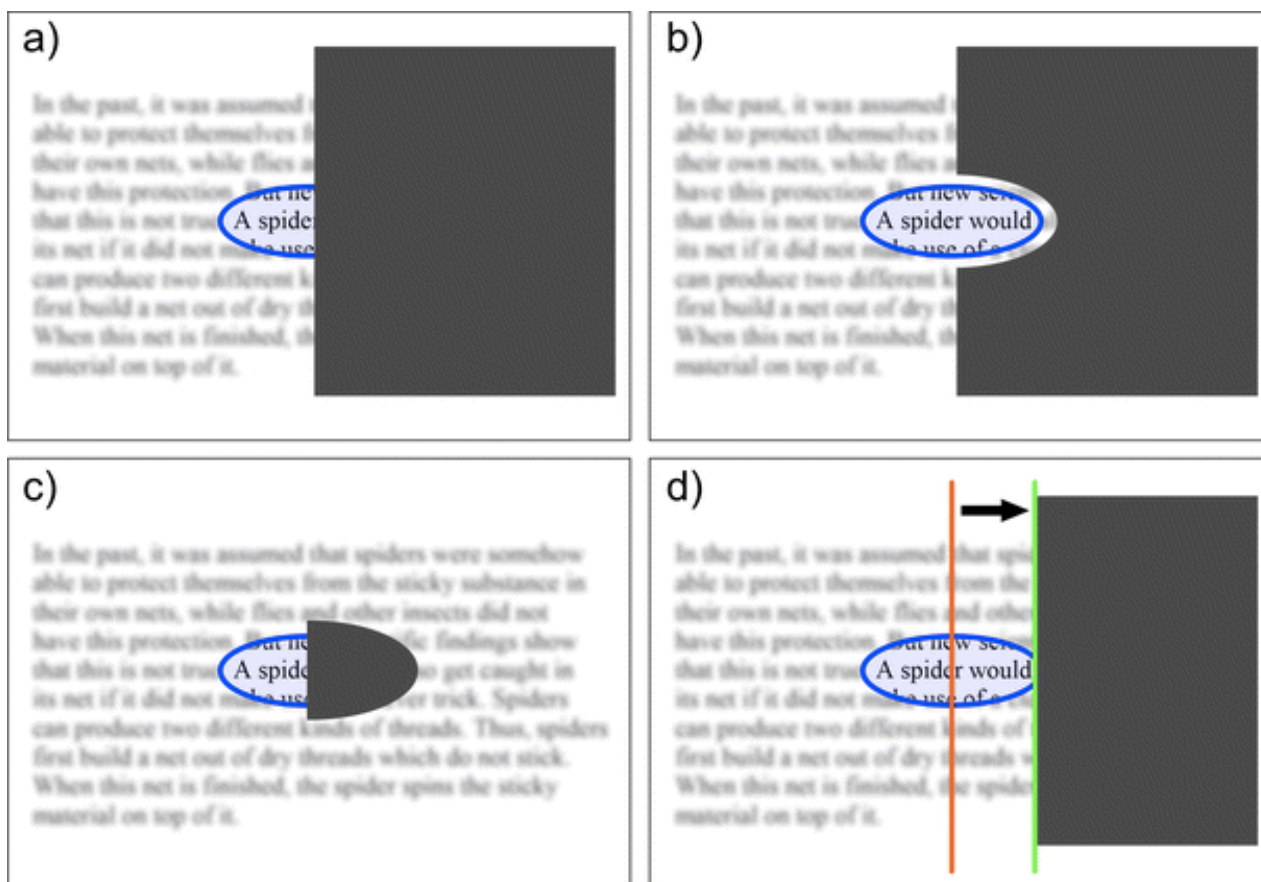


Figura 2. Posibles formas de afectación del campo visual central en casos de hemianopsia homónima (Horton et al., 2017)

En la figura 2, se muestran los diferentes casos que nos podemos encontrar.

En el apartado a). encontramos el caso en el que el defecto campimétrico produce una “división macular”, impidiendo en gran medida la lectura. También nos podemos encontrar otros casos en los que la hemianopsia presente preservación macular, que sería el representado en el caso del apartado b). , en este caso, la capacidad lectora no se verá afectada.

Otra variante en la afectación de la lectura por la hemianopsia puede ser cuando existe la presencia de un pequeño escotoma homónimo paracentral, que sería el ejemplo representado en el apartado c). , al igual que en el caso a., la lectura se verá en gran medida comprometida.

A modo de síntesis podríamos decir que la lectura se verá afectada en función del grado de afectación central del campo visual, y de la dirección de lectura del paciente (variable en función del idioma).

Un mecanismo de adaptación prometedor en estos casos en los que la visión central se ve comprometida, al igual que en el apartado de la pérdida de visión central, es el desarrollo de la fijación excéntrica. Este mecanismo permite desplazar el borde del campo visual hacia el hemicampo ciego (Fig.2 apartado d. ) (Horton, Fahle, Mulder y Trauzettel-Klosinski, 2017)

Otro mecanismo adaptativo favorable es la realización de movimientos sacádicos predictivos, especialmente en pacientes con hemianopsia homónima izquierda, para encontrar satisfactoriamente el comienzo de el nuevo renglón.

Como complemento al entrenamiento, nos podemos ayudar en diversas herramientas como **señalizaciones del texto** para facilitar su orientación al comienzo del entrenamiento.

Lo que propuso Palomar Petit (1979) fue pegar una banda de color, bien en el margen izquierdo del texto para casos de hemianopsia izquierda, o bien en el margen derecho para casos de hemianopsia derecha. De forma que orientaba al paciente, en el caso de la hemianopsia izquierda, sobre donde comenzaba el renglón, y en el caso de la hemianopsia derecha, hasta donde tenía que seguir leyendo.



Fig. 3 Marcadores de Palomar Petit (1979)

Como ya se ha mencionado, hacer una comparativa entre los distintos protocolos de entrenamiento es complicado, aunque sí podemos afirmar que la mayoría ofrecen resultados muy positivos mediante una intervención relativamente corta.

La limitación que tiene este enfoque compensatorio, por la cual no es reconocida su efectividad al completo, es que desarrollar un sesgo positivo de mover los ojos con frecuencia hacia una dirección, implica un sesgo negativo de no ver lo que ocurre en el lado opuesto. Además, está limitado a las personas con un perfecto procesamiento temporal, ya que de lo contrario, si existiera alguna alteración en el mismo, este no soportaría tan elevada carga de procesar constantemente imágenes retinianas móviles (Dundon et al., 2015).

Lo último que se está investigando referente a terapias compensatorias es la complementación de la estimulación visual con la auditiva, denominada **Audio-Visual Scanning Training (AviST)**. Según la publicación de Dundon y sus colegas (2015), la ventaja que presenta esta terapia es la capacidad de maximizar las opciones de entrada sensorial de la persona facilitando la percepción y localización de estímulos.

Ha sido demostrado que las respuestas neuronales son más eficientes cuando existe una coincidencia espacial y temporal (integración multisensorial).

En particular, en pacientes con hemianopsias homónimas, se ha descubierto que la detección visual de estímulos presentados en el campo ciego de visión, mejoró significativamente mediante la presentación de estímulos audiovisuales (para revisión ver Dundon et al., 2015).

## ii. **Terapia de restauración de la visión (Vision Restoration Therapy VRT)**

La terapia de restauración de la visión se basa en la estimulación neuronal de la zona de la corteza visual primaria (V1) dañada con el objetivo de regenerar neuronas.

Debemos diferenciar la **regeneración** de las neuronas de V1 con la **activación** de las neuronas en la corteza extraestriada (visión ciega). Como ya dijimos al final del apartado 3.1 de esta revisión, esta “visión ciega” es debida a una pequeña proyección del núcleo geniculado lateral sobre una región en el lóbulo parietal conocida como área MT. El área MT se encuentra fuera del territorio vascular de la arteria cerebral posterior, por lo que permanece funcional después del accidente del lóbulo occipital. No obstante, la visión ciega es demasiado débil para proporcionar mucha ayuda a los pacientes con hemianopsia, y aún es una incógnita saber si esta se puede ser desarrollada hasta el punto que sea relevante para la vida diaria, por lo que no vamos a profundizar en este aspecto (Horton, Fahle, Mulder y Trauzettel-Klosinski, 2017).

Volviendo al tema de restauración de la visión, entre los años 1998-2001 fueron realizados varios estudios por el Dr. Bernhard Sabel y sus colegas, donde fue descrita la posible recuperación parcial de defectos campimétricos en casos de hemianopsia homónima mediante una terapia computerizada. Esta terapia consistía en la realización de una perimetría computerizada una hora al día, seis días a la semana, durante seis meses. Utilizaban un soporte con mentonera para estabilizar la cabeza, y se colocaban a 30 cm del monitor. En ella iban apareciendo estímulos sobre un fondo oscuro. Los ejercicios eran personalizados al defecto de cada paciente para maximizar el beneficio terapéutico.

Se postulaba que la estimulación visual sobre esta zona cerebral con más de 1000 incidencias al día, podría resucitar su potencial funcional. Después del tratamiento, se encontró que los defectos campimétricos se habían reducido de media 4.9°. La limitación de este estudio fue que los resultados obtenidos fueron medidos con el mismo software con el que se realizó la terapia, pero, cuando los pacientes eran evaluados antes y después de la terapia con otro perímetro (en este caso el perímetro automático de Tübingen) no se encontró ningún beneficio en el tratamiento. Aunque sí es cierto, que la mayoría de los pacientes tuvieron la impresión subjetiva de mejoría tras la terapia (Horton, 2005). Este programa del que hemos hablado fue el que propició la creación de la compañía Nova Vision, fundada por Sabel, y que a día de hoy ofrece terapia rehabilitadora a un elevado coste.

Hay diversas opiniones sobre la utilidad de esta terapia restaurativa, pero aunque fuera comprobada su utilidad, un gran impedimento a su acceso sería el elevado coste, en torno a los

5000€, y la necesidad de acudir físicamente a un centro especializado a realizarla (Horton, 2005).

No queda claro hasta qué punto la terapia restaurativa supone un beneficio mayor al que supone una estrategia de escaneo más eficiente, la cual permite leer más rápido o evitar con mayor eficiencia obstáculos. Los últimos estudios realizados en VRT requieren un estudio adicional sobre la visión residual (Hadid y Lepore, 2017)(Bouwmeester, Heutink y Lucas, 2007).

Lo que sí queda claro es que el sistema motor es mucho más flexible que el sensorial, por lo que, en principio, la rehabilitación motora supone una herramienta básica y sencilla de proceder en el campo rehabilitador.

#### **4.2.2 RESTAURACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL**

También se puede encontrar en la bibliografía publicaciones que hablan sobre la restauración de la agudeza visual en casos de discapacidad visual que nada tienen que ver con pérdida en el campo visual (Huurneman et al., 2013)

Esta restauración se basa en la realización de un número frecuente de sesiones de estimulación visual mediante pruebas diseñadas para estimular el procesamiento de la información como los filtros Gabor.

Los filtros Gabor ya han sido estudiados en pacientes visión normal, demostrando su eficacia basada en el aprendizaje perceptivo en adultos (Bower y Andersen, 2012)(Bower, Watanabe y Andersen, 2013), y en casos de niños con ambliopía mejorando la sensibilidad al contraste (Huurneman et al., 2013), por lo que sería de interés comprobar si este entrenamiento puede suponer también una mejora para los casos de discapacidad visual.

En la publicación de Huurneman y sus colegas (2013) es estudiada la restauración de la agudeza visual mediante el aprendizaje perceptivo en niños con discapacidad visual.

Su objetivo era reducir el efecto de amontonamiento y mejorar la agudeza visual en visión cercana.

Para ello, estudiaron dos paradigmas experimentales de entrenamiento basados en la tarea de flanqueo de Eriksen y un entrenamiento control.

En dicho estudio participaron 45 niños con discapacidad visual y 29 niños sin problemas de visión con edades comprendidas entre los 4-9 años. Tanto el grupo con discapacidad visual como el grupo control fueron divididos en tres subgrupos, cada uno realizaría un tipo de entrenamiento (i)Entrenamiento del rastreo con amontonamiento (ii)Entrenamiento del rastreo sin amontonamiento (iii) Entrenamiento con lupa y amontonamiento

El primer entrenamiento se basaba en una búsqueda visual en la cual los niños debían seguir el camino de una E inversa en una rejilla de 145x145 mm. Para facilitarles la tarea se les permitía dibujar la E y se les marcaba el comienzo y final con una cara sonriente.



Los niños comenzaban trabajando con optotipos de tamaño 2M y tras tres semanas aproximadamente de entrenamiento, podían utilizar los de tamaño 1M, tanto en el grupo de entrenamiento como en el grupo control.

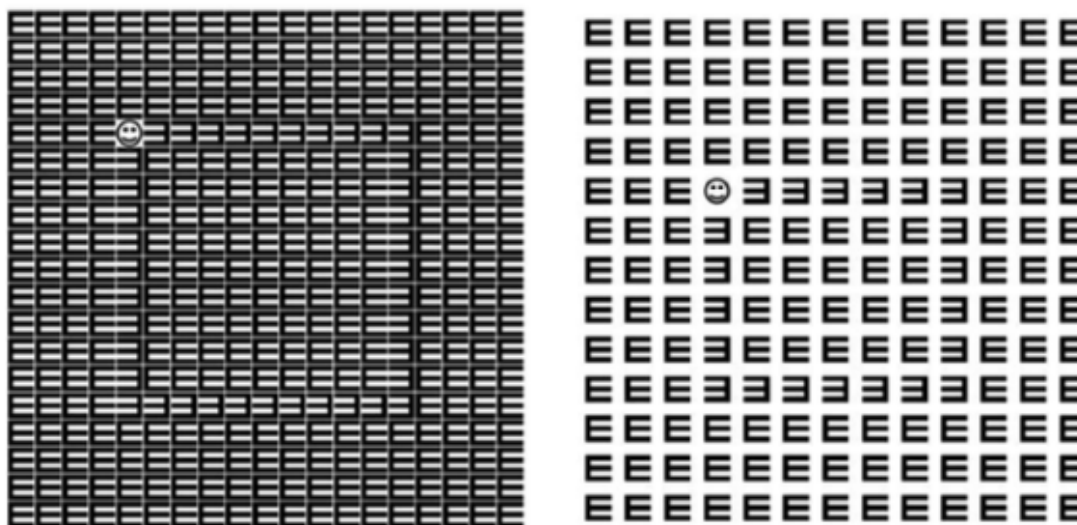


Figura 4. Rejilla para entrenar la búsqueda visual a) con efecto de amontonamiento b) sin efecto de amontonamiento para el entrenamiento control (Huurneman et al., 2013)

El segundo entrenamiento se basó en el entrenamiento con lupa sobre estímulos con efecto de amontonamiento. El estímulo era un conjunto de tres hileras de Ces de Landolt muy pegadas entre sí, y la tarea consistía en encontrar cual era la que estaba invertida con la ayuda de una lupa electrónica. Para no hacer la tarea muy pesada, se introdujo un elemento de juego.

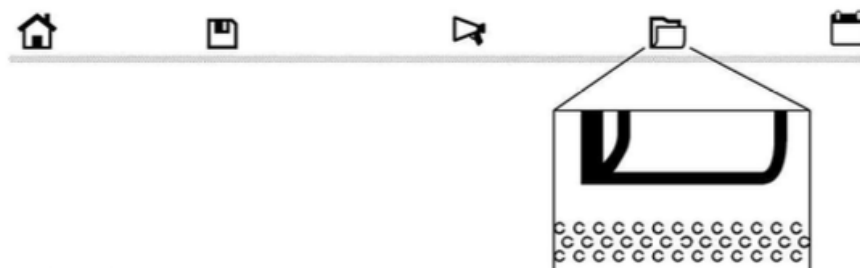


Figura 5. Entrenamiento con lupa sobre estímulos con efecto de amontonamiento (Huurneman et al., 2013)

El proceso de entrenamiento tuvo una duración de seis semanas con dos sesiones de 30 minutos por cada una.

Si comparamos los resultados finales con los del pretest, todos los grupos mostraron una evolución considerable, y en mayor medida los niños mayores de 6 años. Sin embargo, los grupos que entrenaron con efecto de amontonamiento consiguieron mejores resultados.

Al ser el primer estudio que proporciona evidencias sobre la efectividad del aprendizaje perceptivo en la mejora de la agudeza visual cercana en niños con discapacidad visual, podría

decirse que nos sitúa ante un nuevo descubrimiento referente al campo de la rehabilitación visual, sobre el cual es necesario continuar investigando.

## **5. CONCLUSIONES**

---

En esta revisión hemos podido repasar desde las formas más tradicionales de entrenamientos relacionados con la rehabilitación de la visión, hasta las nuevas técnicas más prometedoras, pasando por un resumen acerca de su fundamento y efectividad.

Al principio hemos visto como con el entrenamiento de la fijación excéntrica podemos mejorar la calidad de vida de muchas personas que presentan un escotoma central en su campo de visión, entre otras cosas, porque podemos devolver la tan necesaria capacidad de lectura.

Posteriormente, hemos estudiado como podemos optimizar el campo visual periférico en casos de hemianopsias homónimas, garantizando de esta forma una mayor seguridad durante la movilidad y el desplazamiento.

Y por último, hemos aprendido como existen nuevas estrategias recogidas por la psicología cognitiva, las cuales se basan en el aprendizaje perceptivo para desarrollar, por ejemplo, la agudeza visual cercana en niños.

En mi opinión, pienso que la mayoría de estas técnicas son fáciles de poner al alcance de todos, aunque se necesita aceptación y difusión dentro de la comunidad científica, de ahí que sea tan necesaria la investigación acerca de su efectividad.

A día de hoy, no podemos decir que existan evidencias suficientes sobre la efectividad de la terapia, dado el escaso número de publicaciones con rigor científico que se encuentran publicadas, pero sí existen indicios que deberían generar inquietudes hacia la expansión de su investigación.

Como era comentado en la introducción, todo lo que se pueda hacer, por pequeño cambio que pueda suponer, en la rehabilitación visual, puede marcar la diferencia entre ser capaz de realizar una tarea que antes no se podía hacer. Y estos pacientes lo agradecerán enormemente. Por eso, con esta revisión, animo a aquellos profesionales que trabajan directamente la rehabilitación visual, que investiguen, prueben e introduzcan técnicas de entrenamiento en su práctica diaria, ya que puede proporcionar beneficios que de otra manera, no se podrían conseguir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Andersen, G. J., Ni, R., Bower, J. D., & Watanabe, T. (2010) Perceptual learning, aging, and improved visual performance in early stages of visual processing. *Journal of Vision*, 10(13): 4, 1–13, <http://www.journalofvision.org/content/10/13/4>, doi:10.1167/10.13.4
- Andrew, T., Astle, A.J., Blighe, B.S., Webb, P.V. (2015) The effect of normal aging and age-related macular degeneration on perceptual learning. *McGraw Journal of Vision*; 15(10): 16, 1–16
- Beyeler, M., Rokem, A., Boynton, G.M, Fine, I. (2017) Learning to see again: biological constraints on cortical plasticity and the implications for sight restoration technologies. *Journal of Neural Engineering*. 14(5):051003
- Bower, J.D, Andersen, G.J. (2012) Aging, perceptual learning, and changes in efficiency of motion processing. *Vision Research*. 61; 144–156
- Bower, J.D, Watanabe, T., Andersen, G.J. (2013) Perceptual learning and aging: improved performance for low-contrast motion discrimination; *Frontiers in psychology*. 4: 66.
- Bouwmeester, L., Heutink, J., Lucas, C. (2007). The effect of visual training for patients with visual field defects due to brain damage: a systematic review. *Journal of neurology, neurosurgery and psychiatry*; 78(6) : 555-564.
- Chung, S.T. (2011). Improving reading speed for people with central vision loss through perceptual learning. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52 (2), 1164-1170.
- de Haan, G.A., Melis-Dankers, B.J.M., Brouwer, W.H., Tucha, O., Heutink, J. (2015) The Effects of Compensatory Scanning Training on Mobility in Patients with Homonymous Visual Field Defects: A Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE* 10(8): e0134459
- Dundon, N.M, Bertini, C., Làdavas, E., Sabel, B.A., Gall, C. (2015) Visual rehabilitation: visual scanning, multisensory stimulation and vision restoration trainings. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*; 9:192
- Gallaway, M., Scheiman, M., Mitchell G.L. (2016) Vision therapy for post-concussion vision disorders. *Optometry and vision science*; Vol.93
- Garcés-Vieira, M.V., Suárez-Escudero, J.C. (2014) Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *Rev CES Med*; 28(1): 119-132.
- Gibson, E. J. (1963). Perceptual learning. *Annual Review of Psychology*, 14(1), 29-56
- Goodwin, D. (2014) Homonymus hemianopia: challenges and solutions. *Clinical Ophthalmology*. 22;8:1919-27

Hadid, V., Lepore, F. (2017) From cortical blindness to conscious visual perception: theories on neuronal networks and visual training strategies. *Frontiers in systems neuroscience*; 11:64

Horton, J.C, Fahle, M., Mulder, T., Trauzettel-Klosinski, S.(2017) Adaptation, perceptual learning, and plasticity of brain functions. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*; 255(3): 435-447

Horton, J.C. (2005). Disappointing results from Nova Vision's visual restoration therapy. *British Journal of Ophthalmology*; 89: 1-2

Huurneman, B., Boonstra, F. N., Cox, R. F., van Rens, G., & Cillessen, A. H. (2012). Crowding in central vision in normally sighted and visually impaired children aged 4 to 8 years: The influence of age and test design. *Strabismus*. 20(2):55-62

Huurneman, B., Boonstra, F. N., Cox, R. F., van Rens, G., & Cillessen, A. H. (2013). Perceptual learning in children with visual impairment improves near visual Acuity Perceptual learning in children with VI. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 54(9), 6208-6216.

Huxlin, K. R., Martin, T., Kelly, K., Riley, M., Friedman, D. I., Burgin, W. S., & Hayhoe, M. (2009). Perceptual relearning of complex visual motion after V1 damage in humans. *The Journal of Neuroscience*, 29(13), 3981-3991.

Lamosa, C.S. (2003). Señales de humo: estimulación visual en un alumno de primaria con amaurosis congénita de leber. *Integración*; 21-29

Lévy-Bencheton, D., Pélisson, D., Prost, M., Jacquin-Courtois, S., Salemme, R., Pisella, L. and Tiliakete, C. (2016) The Effects of Short-Lasting Anti-Saccade Training in Homonymous Hemianopia with and without Saccadic Adaptation. *Front. Behav. Neurosci.* 9:332.

Maniglia, M., Cottureau, B.R., Soler, V., Trotter, Y. (2016) Rehabilitation approaches in macular degeneration patients. *Frontiers in Systems neuroscience*; 10:107

Maniglia, M., Pavan, A., Sato, G., Contemori, G., Montemurro, S., Battaglini, L., & Casco, C. (2016). Perceptual learning leads to long lasting visual improvement in patients with central vision loss. *Restorative Neurology and Neuroscience*, (Preprint), 1-24.

Marinoff, R. (2016). Using vision therapy to maximize visual efficiency for low vision patients with central scotoma. *Optometry and visual performance*; Volume 4

Martínez, A.E. Trabajo fin de máster. (2016). Métodos utilizados en la rehabilitación de la hemianopsia homónima. *Universidad de Valladolid*.

Mueller, I., Mast, H., & Sabel, B. A. (2007). Recovery of visual field defects: A large clinical observational study using vision restoration therapy. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 25(5), 563-572.

Ong, Y.H, Jacquin-Courtois, S., Gorgoraptis, N., Bays, P.M, Husain, M., Leff, A.P. (2015) Eye Search: A web-based therapy that improves visual search in hemianopia. *Annals of clinical and translational neurology*. 2(1): 74–78.

Ong, Y.H, Brown, M.M, Robinson, P., Plant, G.T., Husain, M., Leff, A.P. (2012) Read-Right: a “web app” that improves reading speeds in patients with hemianopia. *Journal of Neurology*. 259: 2611-2615

Palomar, F.J. Tesis doctoral. (2012) Hemianopsias homónimas completas: Estudio de la técnicas de rehabilitación y calidad de vida. *Universitat politècnica de Catalunya*.

Pastor, J.C. Afectación del campo visual en la baja visión. Pérdida de campo central y periférico y defectos neurológicos. En Coco M.B., Herrera J., Manual de Baja Visión y Rehabilitación Visual 2015: *Panamericana*

Piñero, D.P. (2016) Science-based vision therapy. Terapia visual basada en la evidencia científica. *Journal of Optometry*. 9, 203-204

Plou, P. (2007). Bases fisiológicas del entrenamiento visual. *Revista Apunts Entrenamiento visual* 88; 62-74

Roth, T., Sokolov, A.N., Messias, A., Roth, P., Weller, M., Trauzettel-Klosinski, M.D. (2009). Comparing explorative saccade and flicker training in hemianopia. *Neurology*. 27;72(4):324-31

Sanz, M., Juanet, M., Mañosa, M. (2016). Estimulación visual y psicomotricidad. *Revista sobre discapacidad visual*; nº70

Seiple, W., Grant, P., and Szlyk, J. P. (2011). Reading rehabilitation of individuals with AMD: relative effectiveness of training approaches. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 52, 2938–2944. doi: 10.1167/iovs.10-6137

Tarita-Nistor, L., Brent, M. H., Steinbach, M. J., Markowitz, S. N., and González, E. G. (2014). Reading training with threshold stimuli in people with central vision loss: a feasibility study. *Optom. Vis. Sci*. 91, 86–96.