



Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Ciencias

Carrera de Tecnología Médica

**IMPLICANCIA DE LA TECNOLOGÍA EHEALTH EN EL  
TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA EN NIÑOS**

**Revisión Bibliográfica**

TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
TECNOLOGÍA MÉDICA MENCIÓN OFTALMOLOGÍA.

Autor:

Catalina Bravo Pinto

Valparaíso

2018



Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Ciencias

Carrera de Tecnología Médica

## **IMPLICANCIA DE LA TECNOLOGÍA EHEALTH EN EL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA EN NIÑOS**

### **Revisión Bibliográfica**

TRABAJO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN  
TECNOLOGÍA MÉDICA MENCIÓN OFTALMOLOGÍA.

Alumna:

Catalina Bravo Pinto

Tutor:

TMO. Stephanie Silva Contreras

2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios la familia que puso en mi camino, sin ellos no podría haber llegado hasta este punto de mi carrera. Son mi pilar fundamental, mi apoyo en los momentos difíciles, los que me animaron a salir adelante y siempre creyeron en mí, pese a las múltiples dificultades que se me presentaron en el camino. Las palabras sobran para expresar el amor que siento hacia ellos y los agradecimientos son infinitos.

A mi compañero de aventuras, con el que juntos vamos creciendo de la mano, por su amor y apoyo incondicional en todo momento.

Para mis amigos y compañeros que no dudaron en darme una palabra de apoyo, de buenos sentimientos y llenaron de alegría situaciones o momentos de mayor estrés.

A mi profesora guía, por la disposición constante de recibirme en su lugar de trabajo, por la paciencia y el apoyo para el desarrollo de la investigación.

## ÍNDICE

	Pág.
1. RESUMEN .....	7
2. INTRODUCCIÓN .....	9
3. MARCO TEÓRICO .....	11
3.1 Anatomía general de los músculos extraoculares.....	12
3.2 Desarrollo visual en niños .....	14
3.2.1 Etapa motora .....	14
3.2.2 Etapa sensorial .....	15
3.2.3 Etapa perceptual .....	16
3.2.4 Etapa de estabilización sensorial.....	17
3.3 Desarrollo Ontogenético.....	18
3.3.1 Reflejos monoculares .....	18
3.3.2 Reflejos binoculares .....	19
3.4 Plasticidad Sensorial.....	19
3.5 Fisiología de la visión binocular .....	20
3.6 Correspondencia retiniana .....	20
3.7 Fusión .....	21
3.8 Anomalías de la visión binocular .....	22
3.9 Diplopia .....	23

3.10	Confusión .....	24
3.11	Adaptaciones sensoriales al estrabismo.....	24
3.11.1	Supresión.....	24
3.11.2	Correspondencia retiniana anómala .....	25
3.12	Evaluación sensorial en niños .....	26
3.12.1	Determinación de la Agudeza Visual (AV) .....	26
3.12.2	Cover Test.....	27
3.12.3	Motilidad.....	29
3.12.4	Convergencia.....	29
3.12.5	Sensorialidad .....	30
3.12.6	Correspondencia Sensorial.....	31
3.13	Terapia visual .....	32
3.14	Ambliopía.....	33
3.14.1	Ambliopía por privación .....	34
3.14.2	Ambliopía Estrábica.....	34
3.14.3	Ambliopía Anisométrica .....	35
3.14.4	Ambliopía Meridional.....	35
3.15	Métodos para el tratamiento de la ambliopía .....	35
3.15.1	Oclusión con parche.....	36
3.15.2	Penalización Óptica .....	37
3.15.3	Penalización Farmacológica .....	37
3.16	Innovaciones en los tratamientos para la ambliopía.....	37

3.17	Las tecnologías de la comunicación e información y su impacto en el área de la salud.....	39
3.18	Tecnologías eHealth.....	41
3.19	TIC y su impacto en niños.....	43
3.20	Aplicaciones en oftalmología.....	45
4.	OBJETIVOS .....	47
4.1	Objetivo General .....	48
4.2	Objetivos Específicos .....	48
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	49
6.	RESULTADOS .....	51
7.	DISCUSIÓN .....	60
8.	CONCLUSIÓN.....	65
10.	REFERENCIAS .....	68

## **1. RESUMEN**

## 1. RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la eficacia del uso de tecnologías eHealth en el tratamiento de la ambliopía en niños, mediante juegos y aplicaciones diseñadas para ser utilizadas en dispositivos electrónicos.

**Métodos:** Revisión bibliográfica de estudios en inglés sobre tratamientos para la ambliopía en niños utilizando alguna tecnología eHealth (sistemas de realidad virtual, computador, videojuegos, aplicaciones móviles, Ipad, etc.) publicados entre los años 2000 y 2018.

**Resultados:** Se analizaron 11 estudios seleccionados procedentes de Estados Unidos, Australia y Reino Unido. Los cuales utilizaron sistemas de realidad virtual y juegos con Ipad principalmente, el rango de edad fue de cuatro a 12 años, y el promedio de edad general fue de siete años. En todos la AV mejoro con el tratamiento, la estereopsis se mantuvo igual en el 73% de las investigaciones. La adherencia fue buena en un 90% de los estudios.

**Conclusiones:** Se puede establecer que estos tratamientos son muy positivos para la estimulación del sistema visual, que en la mayor parte de los casos descritos en las investigaciones, la agudeza visual mejora. Pese a que no se logró encontrar una clara relación entre la terapia binocular y su efecto en la estereopsis, no se ve perjudicado su uso, ya que no se observó ningún caso de disminución de a esteroagudeza o algún efecto adverso. La adherencia, por su parte fue buena en la mayor parte de los casos.

**Palabras clave:** *eHealth, Ophthalmology, Smartphone, App, Children, Amblyopia*



## **2. INTRODUCCIÓN**

## 2. INTRODUCCIÓN

El presente estudio corresponde a una revisión bibliográfica, que tiene como principal objetivo evaluar la eficacia del uso de tecnologías eHealth en el tratamiento de la ambliopía en niños, mediante juegos y aplicaciones diseñadas para ser utilizadas en dispositivos electrónicos. La base de estos tratamientos, corresponde a la estimulación binocular del sistema visual, de modo que presentan una alternativa completamente diferente a lo tradicionalmente utilizado para este tipo de terapias.

Los resultados de búsqueda permitieron una selección de 11 estudios, incluyendo tres ensayos clínicos aleatorizados, un ensayo clínico no controlado, tres estudios de cohorte y cuatro estudios de caso y control.

Se analizaron basándose en tres principales variables: la agudeza visual (AV), la estereopsis y adherencia al tratamiento. Dentro de las cuales se consiguió determinar que la AV, es la que resulta más significativa dado que lograron mejoras y avances en la mayor parte de los casos descritos en las investigaciones.

Esta investigación abre pasos para comenzar e incentivar futuros estudios de evaluación de la implicancia de estas terapias en niños, puesto que no existe evidencia científica sobre este tipo de alternativas binoculares al tratamiento de la ambliopía en Chile y Latinoamérica.

### **3. MARCO TEÓRICO**

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Anatomía general de los músculos extraoculares**

La musculatura extraocular se compone de cuatro músculos rectos y dos músculos oblicuos. Todos éstos con inserción ocular, y un músculo elevador del párpado con inserción palpebral superior (1).

Los músculos rectos medial, lateral, superior e inferior se originan a nivel del vértice orbitario mediante un tendón anular común o anillo tendinoso que rodea al canal óptico y a la porción más ancha y baja de la fisura orbitaria superior. El oblicuo superior y el elevador del párpado también se originan en el vértice mediante dependencias fibrosas con el anillo. Por su parte, el oblicuo inferior es el único músculo que no nace en el vértice orbitario, sino cercano a la base entre piso y pared medial (1).

La función individual de cada uno de ellos corresponde a las siguientes:

- Recto lateral: Su contracción produce el movimiento del ojo hacia el lado temporal, hacia afuera
- Recto medial: Su contracción produce el movimiento del ojo hacia el lado nasal, hacia adentro.
- Recto superior: Su contracción produce el movimiento del ojo hacia arriba (aunque también ayuda al movimiento oblicuo hacia arriba y afuera)
- Recto inferior: Su contracción produce el movimiento del ojo hacia abajo (aunque también ayuda al movimiento oblicuo hacia abajo y afuera).

- Oblicuo superior o mayor: Su contracción produce el movimiento del ojo hacia abajo y adentro.
- Oblicuo inferior o menor: Su contracción produce el movimiento del ojo hacia arriba y adentro
- Elevador del párpado superior: Su contracción eleva el párpado superior (2).

La inervación se lleva a cabo mediante tres pares craneales, el III par (Oculomotor) inerva al recto superior, inferior, medio y oblicuo inferior; el IV par (Troclear) inerva al oblicuo superior y el VI par (Abducens) inerva al recto lateral.

La motilidad ocular, al momento de nacer es algo limitada, se hace normal a medida que el individuo se va desarrollando (3). Cuando este desarrollo no se efectúa de manera normal no hay visión binocular adecuada y se observa lo que se conoce como estrabismo (4).

Estrabismo se entiende como la desviación de uno o ambos ojos, de modo que no se pueden dirigir ambos globos oculares a un mismo objeto (4). Desde el punto de vista clínico se pueden dividir dos grandes grupos: concomitante e incoitante. El primer tipo hace referencia a cuando el ángulo de desviación no es muy diferente en la visión lejana (mayor a seis metros de distancia entre el observador y el punto de fijación) con respecto a la visión próxima (menor a seis metros) (4). El estrabismo incoitante, al contrario, posee una notable diferencia entre el ángulo de desviación para visión lejana y visión próxima (4).

El estrabismo tiene distintas consecuencias en la visión del individuo, dependiendo si este se presenta cuando el individuo es un niño aun en desarrollo visual, o si se presenta cuando ya se ha alcanzado la madurez visual (4).

## **3.2 Desarrollo visual en niños**

El desarrollo normal de la función visual es un proceso lento y gradual que se puede dividir esquemáticamente en cuatro etapas:

### **3.2.1 Etapa motora**

Es aquella etapa que comprende desde el nacimiento hasta el mes de edad. Al nacer, la macula muestra un retardo considerable en su desarrollo en relación con el resto de la retina. Su evolución definitiva no termina hasta el cuarto mes.

En los primeros días los ojos permanecen cerrados casi todo el tiempo. Al abrirlos, se evidencian movimientos oculares incoordinados, en gran medida independientes de los estímulos luminosos y regidos básicamente por mecanismos propioceptivos vinculados con la posición de la cabeza y originados en el aparato otolítico y conductos semicirculares. El reflejo foveal de fijación solo comienza a hacerse presente a partir de la tercera semana (5).

Al nacer, la fovea está inmadura desde el punto de vista anatómico, pero de todas maneras es visualmente superior al resto de la retina. Las vías visuales están parcialmente mielinizadas y la corteza visual es rudimentaria. En esta etapa, los movimientos oculares son una combinación de reflejos propioceptivos (cabeza de

muñeca), y de reflejos optomotores, (nistagmus optoquinético), cuya alteración puede alertar sobre alguna patología (6).

La agudeza visual de un recién nacido es alrededor de 20/400. Un recién nacido de término normal está alerta al medio, ensancha la fisura palpebral frente a una cara presentada a 30 centímetros, mantiene contacto visual momentáneo y realiza seguimientos breves (6). Puede ver algo situado a su lado con la visión periférica, pero su visión central sigue en desarrollo (7). El parpadeo frente a la luz, no implica necesariamente la presencia de visión (6).

El niño de un mes es capaz de girar la cabeza frente a una luz difusa, parpadea cuando se le acerca un objeto y realiza seguimientos oculares breves, horizontales (6).

### **3.2.2 Etapa sensorial**

Del primero al sexto mes. A fines del primer mes la excitación luminosa del ojo pone en marcha el reflejo de fijación. La mirada se dirige hacia la luz de modo que esta impresiona la fovea. Empiezan además a evidenciarse movimientos sinérgicos oculocefálicos que aseguran una adecuada fijación del estímulo luminoso.

En una etapa más avanzada aparece el reflejo de persecución el que adquiere una coordinación mayor a partir del cuarto mes con el termino del desarrollo macular. Alrededor del segundo mes, es posible provocar el reflejo del parpadeo (5).

Entre los dos y los cuatro meses comienza el enfoque y seguimiento de objetos en movimiento. A los dos meses posee una fijación normal, puede seguir a una persona que se mueve a un metro de distancia y mantiene contacto visual prolongado. A los tres meses puede mirar sus manos, observar objetos en ellas y aparece la coordinación viso-

motora. La agudeza visual aumenta en este periodo a niveles de 20/200. Entre los cuatro y cinco meses los movimientos de seguimiento están totalmente desarrollados (6).

### **3.2.3 Etapa perceptual**

Del sexto mes a los cuatro años. A partir del sexto mes el aparato visual deja de responder con automatismos primitivos a estímulos motrices y sensoriales. La percepción se va haciendo consciente y el reflejo de fijación, los movimientos coordinados de la cabeza y los ojos y el reflejo de persecución se hacen cada vez más firmes, regulares y bien coordinados.

En este periodo aparece la sinergia ojo mano que es de gran importancia en el desarrollo sensorial y psíquico del niño, que se inicia con el reflejo de prehension. Comienzan además a manifestarse los mecanismos visuales que actúan en la visión cercana, especialmente la sinergia acomodación convergencia, que se hace más evidente a partir del segundo año. Junto con ello aparecen los reflejos de fusión y la visión estereoscópica que es el grado más avanzado de visión binocular. Todos estos mecanismos binoculares de visión alcanzan su desenvolvimiento total de los cuatro a cinco años de edad (5).

A los cinco y los ocho meses comienza el alcance de objetos, reconocimiento y memoria de los menores. Alrededor de los cinco meses, la capacidad del bebé de determinar a qué distancia se encuentran los objetos, conocida como percepción de la profundidad, se ha desarrollado mejor (7).



A partir de los tres años, el niño puede copiar un círculo y conoce los colores. En esta edad, el desarrollo visual del niño es creciente, ya que las habilidades de lectura y escritura son desarrolladas. El niño utilizará la visión para leer y escribir (8).

#### **3.2.4 Etapa de estabilización sensorial**

De los cuatro a los ocho años. En esta etapa todos los mecanismos de visión binocular están presentes y desarrollados, pero son aún lábiles. La estabilización definitiva se alcanza alrededor de los ocho años (5). En esta etapa la percepción del espacio visual orientado, el esquema corporal, la lateralidad y direccionalidad tienen una misma base (8).

El movimiento coordinado, dirigido y organizado del campo visual del niño va a permitir iniciar la lectoescritura (8).

El desarrollo visual se produce de forma cronológica, como reflejo de la maduración neurológica, desde que se nace hasta alrededor de los ocho años, y los primeros años de vida son determinantes. Cualquier obstáculo en la estimulación, en períodos críticos del desarrollo, interfiere con el proceso de aprendizaje visual del cerebro y trae consigo la detención de las condiciones sensoriales y el deterioro de las ya adquiridas, que pueden conllevar a un déficit visual, sin lesión ni alteración estructural que lo justifique (9).

### **3.3 Desarrollo Ontogenético**

Se refiere al desarrollo de los reflejos monoculares y binoculares. Los reflejos monoculares son: fijación, acomodación y agudeza visual. Los binoculares son: fusión, estereopsis y vergencias (10).

#### **3.3.1 Reflejos monoculares**

- Reflejo de fijación: Es el primer reflejo en desarrollarse, es un reflejo sensorio motor que se inicia entre la segunda y tercera semana, que continúa especializándose durante los primeros años de vida. Su perfeccionamiento ocurre en el tercer mes de vida, termina su desarrollo a los dos años y su estabilización completa es en torno de los seis años de edad. Cualquier error en el sistema visual impide la fijación central (10).
- Acomodación: Surge en el primer mes, se perfecciona entre los dos y tres meses y se estabiliza a los dos años y medio (10).
- Agudeza visual: Para que la agudeza se desarrolle al nivel del adulto es necesario un sistema neuronal completamente desarrollado. Su período crítico es entre los dos y tres años llamado período plástico, el si el sistema se ve alterado, puede perder la fijación central. La agudeza se desarrolla durante los seis primeros meses, pues es cuando sucede la maduración de los conos y bastones, que alcanzan su tamaño a los cuatro meses de edad (10).

### **3.3.2 Reflejos binoculares**

- **Visión binocular:** El reflejo de fijación binocular, se desarrolla al mismo tiempo que el reflejo monocular de fijación, ambas fóveas se centran en un solo objeto de atención. Esto hará que la información transmitida a la corteza sea lo suficientemente similar, como para integrarse en una sola sensación visual. Su estabilización se da entre los cinco y los seis años. Puede evaluarse a partir del sexto mes, no como visión binocular sino como reflejo de fijación bifoveal o bifijación. La fusión se inicia entre los ocho y diez meses de edad y se estabiliza por completo a los ocho años (10).
- **Estereopsis:** La visión estereoscópica existe desde el cuarto mes, pero su evaluación deberá ser a partir de los tres años de edad, donde el niño sea capaz de entender los test (10).
- **Vergencias:** Se desarrollan junto con la fijación, aunque los reflejos de vergencias no aparecen antes de los 6 meses de edad (10).
- **Procesos visuales binoculares:** tienen un funcionamiento completo desde los 2 años de edad, pero no son estables por completo hasta los 8 años (10).

### **3.4 Plasticidad Sensorial**

En el periodo de plasticidad sensorial, el individuo es susceptible a cualquier cambio que ocurre en su entorno y el cerebro se encarga de adaptarse a la mejor manera posible para así evitar las molestias para el niño. En esta etapa lo normal es que ambos ojos reciban la misma cantidad de estímulo visual para un correcto desarrollo funcional de las células fotorreceptoras de la retina, las cuales corresponden a conos (a cargo de la visión en color) y bastones (encargados de la visión en penumbra) (3).

Es importante detectar defectos visuales a tiempo ya que se generan por una estimulación visual anormal durante el período de desarrollo y plasticidad cerebral (o sensorial) que ocurre durante los primeros ocho años de vida (11).

### **3.5 Fisiología de la visión binocular**

La adquisición de binocularidad normal requiere como condición que exista un buen desarrollo de ambas fóveas. Así también es fundamental para el desarrollo visual normal en el niño una imagen clara en la retina de cada ojo, agudeza visual igual o muy similar en ambos ojos y un alineamiento ocular preciso (4).

### **3.6 Correspondencia retiniana**

La correspondencia cortical es el sistema que utiliza la visión para integrar las imágenes que provienen de los dos ojos y dar información sobre la posición ocular respecto al espacio (12).

Hace tiempo se denominaba correspondencia retiniana, ya que anteriormente se creía que era de origen retiniano. Para integrar la visión de los dos ojos se debe "focalizar" la máxima visión en la fóvea, que son puntos correspondientes pero con diferente dirección visual. Cada elemento del campo visual ocular corresponde a un punto de proyección cortical. Así, la correspondencia es a nivel cortical, específicamente en el área visual primaria (V1). La correspondencia sensorial normal es cuando un objeto cae en puntos

correspondientes. De esta manera si el cerebro interpreta un mismo objeto en la misma dirección conectada por la fovea, le sirve de orientación para saber dónde están mirando los dos ojos (12).

### **3.7 Fusión**

La fusión sensorial permite la percepción única de un estímulo a partir de las imágenes de las dos retinas. La fusión se inicia con un movimiento preciso de los ojos (reflejo de fusión) que hace que el objeto estimule áreas retinianas correspondientes, y se completa al nivel cortical, con el acto perceptivo propiamente dicho (13).

La fusión se basa en la correspondencia sensorial, pero no es solo dependiente de ella. En condiciones normales de visión también existe fusión entre áreas retinianas con cierta disparidad en sus locaciones espaciales y también suele haber fusión; aunque de menor jerarquía funcional en desviaciones oculares de ángulo pequeño (13).

Para que la fusión se pueda llevar a cabo son necesarias dos condiciones:

- Se debe estimular áreas correspondientes o ligeramente dispares, pero con capacidad potencial para fusionar.
- Las sensaciones visuales recibidas en ambas retinas deben ser similares o por lo menos muy semejantes en forma y tamaño (13).

La existencia de alguna anomalía en uno de los ojos (opacidades en los medios transparentes, ametropías de cierta magnitud, defectos retinianos, etc.) que por su intensidad no lleguen a anular la imagen recibida, pero si determinen una estimulación diferente, atenuada o deformada, serán obstáculos para la fusión (13).

### **3.8 Anomalías de la visión binocular**

La visión binocular consiste en la coordinación e integración de lo que reciben los dos ojos por separado, en una percepción binocular única. El funcionamiento adecuado de la función binocular sin síntomas depende de un número de factores que se pueden considerar bajo tres principios generales: La anatomía del aparato visual; el sistema motor que coordina el movimiento de los ojos; y el sistema sensorial, a través del cual el cerebro recibe e integra las dos percepciones monoculares (14).

El estado normal de visión binocular es la fijación bifoveal y la propiedad de estereopsis. Esto implica a su vez dos imágenes retinianas nítidas del objeto de fijación sobre áreas retinianas correspondientes, y agudezas visuales excelentes en cada ojo. Paralelamente, no deberían existir interferencias en las conexiones neurales entre los ojos y el cerebro. Los sistemas de acomodación y los músculos extraoculares deben mantener las imágenes nítidas y superpuestas sobre un intervalo estándar de distancias y dentro del campo de fijación binocular. Por tanto, cualquier desviación del estado normal puede considerarse una anomalía binocular (15).

El sistema visual, para intentar compensar estas anomalías desarrolla dos fenómenos visuales conocidos como diplopía y confusión visual (15).

### 3.9 Diplopia

También conocida como visión doble, suele deberse a una desalineación adquirida de los ejes visuales que hace que la imagen caiga simultáneamente en la fovea de un ojo y en un punto fuera de la fovea en el otro. El objeto que cae en los puntos no correspondientes debe estar fuera de la zona de Panum, para que se vea doble (16).

Los síntomas van a depender de la edad de inicio, la duración y la conciencia subjetiva. Cuando más pequeño es el niño, mayor es su capacidad de suprimir o inhibir, la imagen extrafoveal (16).

La diplopia puede clasificarse en dos tipos, diplopía fisiológica y diplopía patológica. La diplopía fisiológica se llama así debido a la aparente visión doble que permite ver un objeto en dos lugares a la vez, resultado de la geometría de la visión con los dos ojos y no tiene un origen patológico o debido a una disfunción, puede ser homónima o heterónima (17).

En el estrabismo los dos ejes visuales no se cruzan en el punto objeto de mirada. Por lo que se producirá diplopía, a no ser que la imagen del ojo desviado se suprima de manera que no se perciba. En ausencia de supresión, tal visión doble se llama diplopía patológica (18).

### **3.10 Confusión**

Durante este fenómeno cada fovea va a ser impresionada por un objeto distinto, y por existir correspondencia retiniana normal serán proyectadas al exterior según la misma dirección visual. Esto significa que dos objetos distintos están recayendo sobre puntos correspondientes, con imposibilidad de ser fusionados por el cerebro, estableciéndose un estado de rivalidad o antagonismo retiniano, conocido con el nombre de confusión (3).

### **3.11 Adaptaciones sensoriales al estrabismo**

Para evitar la confusión y la diplopía, el sistema visual puede usar los mecanismos de la supresión y la correspondencia sensorial anómala (CSA). Es importante tener en cuenta que la supresión patológica y la CSA aparecen solo en el sistema visual inmaduro (16).

#### **3.11.1 Supresión**

La supresión es la alteración sensorial de la visión que ocurre cuando la imagen de un ojo se inhibe o no se hace consciente durante la actividad visual binocular (16).



Se puede clasificar en dos grandes grupos: La supresión fisiológica, la cual corresponde al mecanismo defensivo frente a la confusión, y compatible con el estado binocular normal; y la segunda se conoce como la supresión patológica, la cual es considerada, clásicamente, como proceso de “adaptación negativa” con finalidad de mecanismo anti diplopía. La característica principal de este tipo de supresión, es que se produce en estrabismos infantiles. Va a ser tanto más rápida en instaurarse y tanto más intensa cuanto más pequeño es el paciente (3).

La consecuencia más grave de la permanencia de la supresión es el desarrollo de ambliopía en el ojo afectado, este fenómeno ocurre debido a que el cerebro “apaga” el ojo afectado, por lo que éste no se desarrolla sensorialmente, llevando a que este tenga una agudeza visual baja, la cual no puede ser mejorada con corrección óptica (19).

### **3.11.2 Correspondencia sensorial anómala**

Este fenómeno se presenta cuando las dos fóveas no son puntos retinianos correspondientes, sino que la fóvea de un ojo se corresponde con un punto retiniano excéntrico del ojo desviado (20).

### **3.12 Evaluación sensorial en niños**

Para obtener información sobre el estado visual del niño, se realiza una evaluación sensorial, la cual otorga información fidedigna sobre la función visual y las posibles adaptaciones que pueda tener el paciente frente a alteraciones visuales como es el estrabismo. Los principales procedimientos que permiten una óptima evaluación corresponden a:

#### **3.12.1 Determinación de la Agudeza Visual (AV)**

Corresponde al procedimiento inicial de la evaluación y consiste en determinar la capacidad de percibir y diferenciar dos estímulos separados por un ángulo determinado, es decir, el nivel de resolución espacial del sistema visual (21). La evaluación permite una orientación clínica y se pueden obtener diversos datos de la capacidad visual de los pacientes en función de la evaluación de tres aspectos fundamentales. El mínimo visible, que corresponde a la capacidad de detectar un objeto en el campo de visión, el mínimo separable que indica la capacidad de nombrar un símbolo y el mínimo reconocible que permite identificar la posición de determinado símbolo (21).

Para la medición de la agudeza visual se utilizan optotipos, que corresponden al conjunto de letras, signos o figuras de diversos tamaños que se utilizan para medir la agudeza visual. En optometría, el término optotipo hace referencia a cada uno de los símbolos o figuras impresos en las tablas. Las escalas más utilizadas corresponden al

decimal, log MAR y Snellen; siendo esta última la más frecuente en la práctica clínica habitual (22).

La escala llamada logarítmica del mínimo ángulo de resolución (log MAR) establece que la agudeza visual 20/20 es igual a 0.00 en log MAR y el 20/200 representa en log MAR la unidad (1,0). Por lo tanto, cada sucesivo cambio de línea representa un cambio de 0,10 unidades logarítmicas. En una línea de cinco letras cada letra tiene un valor de 0,02 unidades de logarítmicas; de esta manera se puede anotar objetivamente el valor de la agudeza alcanzada dentro de una línea. Esto hace que la prueba tenga un alto grado de confiabilidad. En el área de la investigación es el Gold Standar, siendo la más utilizada para la realización de estudios (23).

### **3.12.2 Cover Test**

Se basa en el reflejo de fijación que realiza el ojo cuando está mirando un objeto y se ocluye por un lapso de tiempo, para después desocluir y buscar algún movimiento al ver el objeto; y realizar el consiguiente reflejo de fijación. Entrega información motora y sensorial del paciente (24).

Consiste en un examen que no requiere de gran tecnología o complejidad en sus implementos, ya que basta con un ocluser y algún objeto o punto de fijación. Sin embargo, lo fundamental es el conocimiento del profesional a cargo en torno a las tropias y forias.

La foria es una disfunción binocular consistente en la desviación latente de los ejes visuales, manifestándose únicamente cuando no existe un estímulo visual en uno de los ojos. Las forias son asumidas por ambos ojos, por lo que al tapar y destapar ambos

ojos refieren el mismo ángulo. Se trata de un estado de relajación en el que los ojos pierden coyunturalmente su coordinación, manteniendo el estímulo visual pero sin que exista integración en el cerebro (25). Las forias se miden en dioptrías prismáticas según el grado de desviación (26). Generalmente, las forias pequeñas no presentan síntomas. Sin embargo, cuando se encuentran desarrolladas y son mayores de lo que el sujeto tolera, obliga a la persona a ejercer una gran cantidad de esfuerzo para que sus ojos se mantengan alineados.

Se trata de una de las principales causas de cefaleas, problemas de atención y problemas astenópicos (25).

Según la dirección en la que se desvía el ojo, se pueden clasificar en

- Endoforia: Hacia el interior
- Exoforia: Hacia afuera
- Hiperforia: Hacia arriba
- Hipoforia: Hacia abajo

La tropia es una desviación manifiesta, el estrabismo como tal. Por medio de prismas se cuantifica dicha desviación, la cual se debe medir en todas las posiciones de mirada (27).

Es la desviación de un ojo en relación con la posición que debería adoptar cuando el otro ojo fija un objeto. Esta desviación puede ser: hacia dentro (endotropia o estrabismo convergente), hacia fuera (exotropia o estrabismo divergente), hacia arriba (hipertropia), hacia abajo (hipotropia) o una combinación de varias (28).

### **3.12.3 Motilidad**

Es un procedimiento objetivo en donde se evalúan los movimientos oculares, con el propósito de determinar alteraciones de uno o más músculos extraoculares. Se evalúan en las posiciones de mirada con el paciente con la cabeza quieta. Es un examen que requiere de muy pocos elementos para su realización, pero sí precisa de una gran capacidad de observación y pericia por parte del examinador.

### **3.12.4 Convergencia**

Este procedimiento permite conocer la capacidad o habilidad del paciente de converger, sin romper la fusión. Para esto se determina el punto próximo de convergencia o comúnmente abreviado PPC. Corresponde al punto más cercano de la línea media en el que los ojos pueden converger sin que exista diplopía (sin que rompa fusión, ya que si RCS no tendrá diplopía). En esa posición, los ojos realizan la máxima convergencia (15).

El procedimiento se realiza con un lápiz o varilla de fijación en donde el examinador debe acercar este objeto hacia los ojos del paciente, solicitado previamente su constante atención; paralelamente el profesional debe mantener una regla graduada para la medición de los resultados. Existen dos maneras de determinar la ruptura de fusión del paciente, la primera es cuando indica la percepción de dos imágenes o visión doble. A partir de ese punto se realiza la medición con la regla. La segunda alternativa

ocurre cuando sin la necesidad de la indicación del paciente, el examinador logra a simple vista determinar la ruptura de la fusión.

### **3.12.5 Sensorialidad**

Las principales técnicas de sensorialidad son las que ayudan en la detección de fusión y estereopsis (18).

#### *3.12.5.1 Fusión*

La fusión es el proceso en el cual dos imágenes son percibidas como una imagen única, existe la fusión motora la cual alinea los ejes visuales y mantiene la fijación sobre un objeto de interés (4). El otro tipo de fusión se conoce como fusión sensorial, la cual se refiere a la unión de imágenes a nivel cerebral (4).

Para evaluar la fusión el test más conocido es el test de Worth, prueba subjetiva para determinar la presencia de supresión. El test consiste en cuatro puntos, dos verdes a los costados, uno rojo arriba y uno blanco abajo, esto es observado por el paciente el cual debe usar gafas anaglíficas, con filtro rojo-verde (filtro rojo en ojo derecho), si la fusión es normal el paciente observará los cuatro puntos, si el paciente suprime observará menos de cuatro puntos y los colores que este podrá mencionar dependerán de que ojo está suprimiendo (29).

### *3.12.5.2 Estereopsis*

La estereopsis se define como la capacidad del sistema visual para obtener información de la posición de la profundidad de los objetos, a partir de la disparidad binocular. Gracias a la estereoagudeza se logra percibir imágenes en tres dimensiones, ya que se trata de un ordenamiento subjetivo de los objetos visuales en profundidad. Corresponde al nivel más alto posible de la visión binocular (30).

Para evaluar la estereopsis se usa el test de Titmus, en el cual se presentan estereogramas, estos son representaciones graficas de objetos tridimensionales sobre un medio plano. Los estereogramas en este test son: mosca, círculos y animales. El paciente debe usar gafas polarizadas para la realización de esta prueba (31).

### **3.12.6 Correspondencia Sensorial**

Cuando las fóveas y puntos retinianos periféricos guardan su correspondencia se habla de una correspondencia sensorial normal (20).

Uno de los métodos más sencillos y utilizados para la evaluación de la correspondencia sensorial y para determinar la presencia de supresión corresponde a la aplicación de las lentes estriadas de Bagolini, o más comúnmente denominado Test de Bagolini. Para la realización de esta prueba es necesario colocar las lentes estriadas en la montura de prueba a 45° y 135°, y posteriormente proyectar la luz de una linterna en el punto central de separación de ambos ojos. Estas lentes proyectan al paciente un destello

luminoso perpendicular a la posición de la lente estriada (32). Los resultados del test se analizan según los hallazgos encontrados en base a lo que el paciente observe.

### **3.13 Terapia visual**

La terapia visual, entrenamiento visual o rehabilitación visual es un tratamiento optométrico, totalmente individualizado, que tiene como objetivo potenciar y corregir los problemas del sistema visual (33).

El entrenamiento visual se basa en la realización de una serie de baterías de ejercicios protocolizados que necesariamente deben cumplir ciertas características: estar diseñados en base a los resultados hallados en el examen optométrico, seguir un orden evolutivo adecuado a las capacidades del paciente y componerse de ejercicios específicos para la función que se quiere mejorar (34).

Los ejercicios realizados 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 (34).

Se optimizan las habilidades visuales tales como la divergencia, convergencia, capacidades de estimular o relajar el enfoque, mejorar el movimiento ocular e incluso mejorar la percepción visual (35).

El profesional a cargo prepara un programa personalizado de ejercicios orientados a desarrollar e incrementar al máximo las habilidades visuales y la integración de éstas con el resto de los sentidos. Gracias a la repetición de estos ejercicios y al aumento de su demanda se logra la automaticidad del sistema visual, es decir, se crean nuevas conexiones neurológicas (33).



La terapia visual es efectiva para pacientes de todas las edades. Es necesario dedicarle el tiempo, la constancia y el esfuerzo necesario para poder conseguir la mejora deseada. En el caso de los niños, también, es necesaria la colaboración de los padres (33).

### **3.14 Ambliopía**

Existen diversas formas de definir este concepto, y diversos autores para desarrollar una idea sobre este fenómeno, se considera que la ambliopía corresponde a la reducción potencialmente reversible de la AV de un ojo o ambos causada por estrabismo monocular, anisometropía, errores refractivos bilaterales, o alguna forma de privación de la visión que se manifiesta en el período sensible del sistema visual (36).

Por otra parte se dice que corresponde a la disminución de la AV causada por privación visual o interacción binocular anormal sin causa en el examen físico ocular, y, que en casos apropiados, es reversible con métodos terapéuticos (37).

La Academia Americana de Oftalmología la define como la reducción unilateral, o menos frecuente bilateral de la mejor AV corregida, no atribuible directamente a alguna anomalía estructural del ojo o la vía óptica (38). También se trata de una condición que, además, afecta aspectos más sutiles de la función visual, como la sensibilidad al contraste, la localización espacial y la estereopsis (39).

La ambliopía representa la mayoría de las visitas a la clínica oftalmológica pediátrica (40).

Se puede clasificar según su origen, en cuatro grupos:

### **3.14.1 Ambliopía por deprivación**

Cuando se perturba la transmisión de estímulos luminosos desde una de las retinas al núcleo geniculado lateral, se pierden los contactos sinápticos entre los axones de este núcleo y las neuronas de la corteza visual. Esta pérdida de contactos permanente, no se puede recuperar la visión binocular, aun cuando la anatomía ocular y el nervio óptico sean normales y se supere el problema que perturbó la transmisión de estímulos luminosos a la corteza visual (41).

En términos más generales, se debe a la pérdida de visión por problemas de catarata, ptosis, o problemas retinianos (15).

### **3.14.2 Ambliopía Estrábica**

La ambliopía estrábica se desarrolla cuando los ojos no están derechos. Un ojo puede desviarse hacia adentro, afuera, arriba o abajo. Cuando esto sucede, el cerebro “desconecta” el ojo que no está derecho y posteriormente la visión se disminuye en ese ojo (42).

Producto de un estrabismo temprano en uno de los ojos. En general, se ha comprobado que la ambliopía se da más en sujetos endotropicos, posiblemente debido a que la ambliopía no se suele desarrollar en estrabismos alternantes y la exotropia suele ser más alternante que unilateral (15).

### **3.14.3 Ambliopía Anisométrica**

Ocurre cuando el déficit de agudeza visual, no se puede corregir con la utilización de lentes y es debida a una diferencia de graduación significativa entre ambos ojos. La imagen procedente del ojo más hipermetrope o con mayor miopía (según sea el caso), es suprimida en el cerebro para evitar la distorsión, lo que conduce a que no se obtenga un adecuado desarrollo de la visión del ojo con más graduación (43).

### **3.14.4 Ambliopía Meridional**

Se debe a problemas de astigmatismos no corregidos y que solo se da en imágenes alineadas con el eje del astigmatismo (15).

Dentro de estas clasificaciones, la ambliopía de origen estrábico es aquella que se presenta con mayor frecuencia; el estrabismo afecta al 4-6% de la población general y de ellos se estima que el 30-50% desarrollarán ambliopía (31).

## **3.15 Métodos para el tratamiento de la ambliopía**

Principalmente se describen los tres métodos convencionales o más comúnmente utilizados:

### **3.15.1 Oclusión con parche**

La oclusión ocular con parche es el método más efectivo, económico y más usado para estimular el ojo ambliope. La oclusión del ojo dominante (con mejor AV), priva de él al paciente, lo que hace que el ojo ambliope trabaje al máximo. Se puede iniciar desde los seis meses de vida y debe prolongarse hasta los nueve años; el parche se debe aplicar en la cara, y no sobre el antejo. Debe tenerse en cuenta que existe el peligro de ambliopía por privación del ojo inicialmente sano, secundaria a la oclusión, por lo que se debe controlar semanalmente al niño si es menor de un año, y quincenalmente después, así como permitir también el uso del ojo dominante (6).

La aplicación de parches solo es efectiva en niños menores de ocho años de edad debido a la pérdida de plasticidad (44).

Una desventaja de la oclusión mediante parches son los impactos sociales o psicológicos del uso, por lo que afecta el correcto uso y continuidad del tratamiento (44).

Actuales estudios científicos, han comenzado a valorar la necesidad de evaluar y aplicar tratamientos alternativos a la oclusión, con el fin de restablecer habilidades que muestran déficits en ojos ambliopes como la percepción al movimiento y que son resistentes al tratamiento de oclusión (45).

### **3.15.2 Penalización Óptica**

Consiste en adicionar un lente de + 1.00 a +1.50 dioptrías al ojo dominante para que éste vea borroso, con eso se busca que el ojo ambliope vea mejor. Se utiliza cuando hay un rechazo a la oclusión por parte del niño, pero sólo en ambliopías leves (6).

### **3.15.3 Penalización Farmacológica**

El tercer método terapéutico corresponde a la penalización farmacológica, mediante la instilación de atropina en el ojo dominante. La cicloplegia, así inducida en el ojo sano, obligará al uso del ojo ambliope. Se usa también por rechazo a la oclusión, en ambliopías severas (6).

## **3.16 Innovaciones en los tratamientos para la ambliopía**

Actuales investigaciones demuestran que la ambliopía es en realidad un problema binocular, y los nuevos tratamientos se centran en la estimulación binocular. Se denominan terapias dicópticas, que significa ver imágenes separadas e independientes simultáneamente en cada ojo (46).

El tratamiento de la ambliopía, contrario de lo que fomentan los tratamientos tradicionales, debería promover la cooperación de ambos ojos y orientarse a la reducción de la supresión para mejorar las funciones binoculares (47). Hay evidencias de que las disfunciones visuales están localizadas en la corteza visual, la cual mayoritariamente está compuesta por neuronas corticales binoculares (48).

Los tratamientos actuales existentes son largos e impopulares, y el bajo cumplimiento es una barrera para el éxito final del tratamiento (49).

Las técnicas dicópticas combinadas con tareas de aprendizaje perceptual o juegos simples han demostrado que mejoran la agudeza visual de forma significativa en la ambliopía (50). Su implementación ha sido posible mediante la exposición del paciente a condiciones artificiales de visión, con estímulos dicópticos en imágenes relacionadas (47).

Para aplicar este enfoque binocular, mayoritariamente se han utilizado clips de video y videojuegos, por sus potencialidades en actividades de rehabilitación visual y la posibilidad que brindan estos últimos para desarrollar tratamientos activos (47). En general, las tareas y juegos de dicópticos utilizados en el tratamiento de la ambliopía se han diseñado para proporcionar una visión binocular con equilibrio de contraste, con bajo contraste para el otro ojo y alto contraste para el ojo ambliópico. Sin embargo, las tareas de aprendizaje perceptivo dicóptica son intensivas y repetitivas, por lo que los juegos dicópticos simples usados hasta la fecha tienen un atractivo limitado para los usuarios (51).

La estimulación binocular abre la posibilidad de tratar la ambliopía con éxito en personas mayores, adultos y niños mayores de ocho años, por medio de un método diferente de tratamiento convencional (46).

Pese a los nuevos avances e investigaciones, aún son limitadas las evidencias que demuestren la efectividad del enfoque binocular de tratamiento de la ambliopía basado en realidad virtual o algún otro dispositivo similar (47).

### **3.17 Las tecnologías de la comunicación e información y su impacto en el área de la salud**

Las tecnologías de información y comunicación (TIC) son aquellas que incluyen a la televisión, radio, música, videojuegos, internet entre otros. La masificación de este tipo de tecnología ha llegado a tal punto que es normal la omnipresencia de estas en hogares, escuelas, centros de salud y otras instituciones (52).

Según un estudio realizado por la ONG *Common Sense Media Research*, en Estados Unidos, aproximadamente la mitad (52%) de todos los niños desde su nacimiento hasta los ocho años, viven en hogares donde hay acceso a algún tipo de medio o dispositivo electrónico, en la mayoría de los casos es un teléfono inteligente (41% de los niños entre los cero y ocho años). Otro dato interesante de destacar es que aproximadamente uno de cada cinco tiene acceso a una Tablet, iPod o dispositivo similar (21%). Casi tres de cada 10 padres tienen aplicaciones descargadas para sus hijos que las utilizan, y uno de cada cuatro niños ha usado juegos educativos a través de aplicaciones en un dispositivo móvil. Por otra parte, se señala que el uso de las tecnologías aplicadas en dispositivos electrónicos resulta un beneficio para los interesados en la diversificación de estrategias de promoción en salud, permite expandir conocimientos científicos, y puede ayudar a promover causas sociales, permitiendo la diversificación de conocimientos e información (53).

La salud y la educación son de las áreas más impactadas por los cambios ocasionados por el internet y las TIC, identificados como características de la era digital. En el caso de la salud, estas asociaciones han dado lugar a novedosos campos y áreas de

desarrollo, que permiten la mejora de las condiciones de vida y de la atención médica y de salud de nuestras comunidades (54).

Particularmente en el caso de los teléfonos móviles, es importante señalar el potencial uso que se ha comenzado a desarrollar en torno a las aplicaciones móviles, y por tanto, es fundamental tener en cuenta en que consiste este concepto.

Se entiende por App, aquellas aplicaciones de software que funcionan en teléfonos móviles, tabletas o computadoras y que son distribuidos a través de servicios o tiendas como la *iTunes store* (para iPhone y iPad), *Google play* (para Android); estas pueden ser generadas por desarrolladores de tecnologías móviles o por individuos u organizaciones (55).

Este movimiento ha sido favorecido en gran medida por el gran auge que han tenido estos dispositivos a nivel global. Se estima que hay más de seis mil millones de móviles en el mundo, con una cobertura de más del 75% de la población mundial, lo que produce un incremento vertiginoso de profesionales de la salud, pacientes y público en general que utilizan las aplicaciones (56).

Sin embargo, aun se evidencia la necesidad de regularización de estándares de calidad, dado el crecimiento exponencial de este tipo de aplicaciones. El problema según algunos investigadores, es la poca evidencia que se dispone sobre su calidad y seguridad. Durante la evaluación de cuatro aplicaciones para el diagnóstico de melanoma, se encontraron errores en el diagnóstico de más del 30%, con grandes variaciones de sensibilidad y especificidad; concluyendo la necesidad de afinar las regulaciones sobre estas aplicaciones, así como más datos sobre su seguridad (57).

Otro riesgo potencial es el relacionado con la seguridad de la información que el usuario ingresa a la aplicación y las violaciones a la privacidad, sin que exista una política que las regule (58)



### 3.18 Tecnologías eHealth

La eSalud o eHealth (en su terminología en inglés) es el término con el que se define al conjunto de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que, a modo de herramientas, se emplean en el entorno sanitario en materia de prevención, diagnóstico, tratamiento, seguimiento, así como en la gestión de la salud, ahorrando costes al sistema sanitario y mejorando la eficacia de este (59).

Es un campo emergente en la intersección de la informática médica, la salud pública y las empresas, que hace referencia a los servicios de salud y la información entregada o mejorada a través de Internet y las tecnologías relacionadas. En un sentido más amplio, el término caracteriza no solo un desarrollo técnico, sino también un estado de ánimo, una forma de pensar, una actitud y un compromiso para el pensamiento global y en red, para mejorar la atención médica a nivel local, regional y mundial mediante el uso de tecnología de información y comunicación (60).

Las características o propósitos de las tecnologías eHealth corresponden principalmente a:

- Ser un método eficiente: Aumentar la eficiencia en la atención de la salud, permitiendo así, disminuir los costos. Una posible forma de disminuir los costos sería evitar intervenciones diagnósticas o terapéuticas innecesarias, a través de mejores posibilidades de comunicación entre los establecimientos de atención en salud y mediante la participación del paciente.
- Mejorar la calidad de la atención: Aumentar la eficiencia implica no solo reducir los costos, sino también mejorar la calidad. La salud electrónica puede mejorar la calidad de la atención médica, por ejemplo, permitiendo comparaciones entre diferentes proveedores, involucrando a los consumidores como potencia

adicional para la garantía de calidad y dirigiendo los flujos de pacientes a los mejores proveedores de calidad.

- Tener evidencia científica: Las intervenciones eHealth deben basarse en el principio de que su efectividad y eficiencia no deben ser asumidas, sino que demostradas por una evaluación científica rigurosa.
- Permitir el intercambio de información y comunicación de manera estandarizada entre los establecimientos de atención médica.
- Extender el alcance de la atención médica más allá de los límites convencionales.
- Ética: La salud electrónica implica nuevas formas de interacción paciente-médico y plantea nuevos desafíos y amenazas a cuestiones éticas como la práctica profesional en línea, el consentimiento informado, la privacidad y cuestiones de equidad (60).

El termino eHealth o eSalud engloba diferentes productos y servicios para la salud, como aplicaciones móviles, la telemedicina, los dispositivos *wearables* (para la monitorización que se integran en ropa y accesorios), el *Big Data* (gran cantidad de datos), los sistemas de apoyo a la decisión clínica, los videojuegos de salud, entre otros (59).

Este tipo de tecnología se aplica en diversas áreas y servicios a nivel de salud. En términos generales se incluyen:

- Historia clínica electrónica
- Entrada de órdenes médicas: Medio para solicitar pruebas diagnósticas y tratamientos por vía electrónica y la recepción de los resultados;
- Recetas electrónicas: Acceso a las opciones de impresión de prescripción, prescripciones para los pacientes; y de los médicos para los farmacéuticos;
- Sistemas de soporte de decisiones clínicas: Suministro de información electrónica sobre las normas y protocolos para los profesionales de la salud para su uso en el diagnóstico y tratamiento de pacientes;

- Telemedicina: Diagnóstico y tratamientos a distancia, incluyendo la televigilancia o seguimiento de las funciones de los pacientes
- Información en salud: Uso de recursos electrónicos sobre temas médicos por parte de individuos o pacientes sanos
- Equipos de salud virtuales: Constituidos por profesionales de la salud que colaboran y comparten información sobre los pacientes mediante un equipo digital (61).
- Salud móvil, m-Salud o *mHealth*: Corresponde al uso de tecnologías móviles e inalámbricas para apoyo diagnóstico y optimizar los objetivos en salud (62). Una de las grandes ventajas de la *mHealth* es que hace que la información fluya de manera continua entre el usuario o paciente y el profesional sanitario. De esta manera, el paciente se siente más controlado y puede contribuir de manera directa a la prevención o mejora de la eficiencia de su tratamiento.

Hoy en día las aplicaciones médicas pueden abarcar un amplio espectro de usos, como puede ser el control de síntomas, seguimiento de patologías crónicas, orientación diagnóstica, cuidados específicos, educación para la salud, cumplimiento o adherencia terapéutica, prevención, etc. (63).

### **3.19 TIC y su impacto en niños**

La tecnología es cada vez más accesible para las personas, llegando al punto que es normal ver a un niño de temprana edad usando algún dispositivo inteligente, ya sea *Smartphone*, Tablet, Ipad etc. Esto debido a que nacen en un entorno y en una sociedad que les facilita el acceso a estos dispositivos.

La pantalla está más presente que nunca en la infancia. Si bien antes hablar de pantalla se refería exclusivamente a la televisión, hoy se presenta un escenario con variadas alternativas, desde la pantalla del tradicional computador de escritorio hasta la del teléfono inteligente con acceso a Internet, pasando por las tabletas, computadores personales y equipos de juegos de video, entre otros. En este contexto, Internet se ha encumbrado como una de las actividades favoritas de los niños y las niñas antes que la televisión en el 45% de los casos, cifra que aumenta en la población adolescente (64).

Las TIC representan un gran potencial para la educación, el entretenimiento y, el desarrollo y formación en general de los niños y adolescentes que debe ser aprovechado. Sin embargo, las TIC también suponen ciertos riesgos derivados de una utilización indiscriminada por parte de los niños y adolescentes con relación a ciertos contenidos inapropiados o un exceso de dependencia que podrían afectar negativamente dicha formación y desarrollo y, que deben ser tenidos en cuenta y controlados (65).

Actualmente los pediatras tienen conciencia de que la exposición a TIC debe ser controlada rigurosamente en menores de edad, controlando el tiempo de exposición y el contenido al que estos acceden (52).

Desde hace más de una década que los países latinoamericanos han desarrollado políticas sociales orientadas al acceso y uso de TIC. Si bien sus agendas digitales son variadas en términos de objetivos y ejecución, concuerdan en que la incorporación de las nuevas tecnologías e internet son parte fundamental del desarrollo de los países y de entrega de oportunidades a la ciudadanía (66).

Especialistas en la temática coinciden en que las nuevas generaciones, que han estado expuestas a TIC desde temprano en su infancia, tienen una apropiación tecnológica más avanzada que sus padres. Para ellos resulta más natural el ser parte de un entorno mediatizado y no tardan en desarrollar ciertas habilidades digitales, por lo cual han sido denominados “agentes de cambio” o “nativos digitales” (67).

La evidencia empírica y las discusiones de especialistas y autoridades indican que el camino no es restringir el uso de estas tecnologías sino a motivarlo, pero entregando lineamientos para una utilización responsable y segura. Al igual que se le enseña a niños y niñas a no hablar con extraños, a tener cuidado cuando cruzan la calle, a no pegarle a otra persona o a limitar el tiempo de exposición a la televisión, padres y docentes deberán aplicar similares lineamientos para el uso de las nuevas tecnologías: no chatear con personas que no se conocen, no aceptar invitaciones de contacto o de ningún otro tipo de extraños, tener cuidado respecto de qué sitios son visitados y no clicar en avisos, no abusar verbal o psicológicamente de nadie a través de ningún medio, y tomar conciencia del tiempo que están frente a la pantalla, entre otros (66).

El acceso a las nuevas tecnologías no significa que niños, niñas y adolescentes acceden automáticamente a la sociedad de la información, tampoco es sinónimo de conocimiento ni garantiza una mejor educación. Es un primer paso y parte fundamental de sus derechos, pues se requiere para llevar a cabo otros, como el de la educación, acceso a información, expresión, participación y asociación (66).

### **3.20 Aplicaciones en oftalmología**

La invasión de aplicaciones también se ha evidenciado en el área de la oftalmología, a continuación, algunos ejemplos de ellas son:

- *Eye Check Up*: Aplicación que permite evaluar si existe algún tipo de deterioro visual.
- *HCF Eyecare*: Aplicación que entrega información sobre los trastornos visuales más frecuentes, además incluye herramientas para una evaluación visual (68).

- *Visual Acuity Test*: Como su nombre lo indica, esta aplicación tiene la finalidad de evaluar la agudeza visual, con varios test a disposición del usuario (68).
- *Lens Time*: Herramienta con el propósito de recordar a los usuarios de lentes de contacto cuando se pusieron los lentes y cuando deben cambiarlos (68).
- *Eye Care-Save your Vision*: Incluye estrategias para aquellas personas que realizan trabajos extendidos con pantallas, con consejos que ayudaran a evitar la fatiga visual, lo más conocido es la regla de los 20; trabajar 20 minutos luego fijar la vista en un objeto que se encuentre a más de 20 metros durante 20 segundos (20).
- *Eye Red*: Para usuarios iOS, el iPhone se transforma en una lupa para aquellas personas que tienen dificultad en leer las letras más pequeñas (20).

Resulta interesante determinar la implicancia de la tecnología eHealth en el tratamiento de la ambliopía en niños, principalmente mediante aplicaciones presentes en dispositivos electrónicos (sistemas de realidad virtual, *smartphones*, computadoras, videojuegos, aplicaciones móviles, Ipad, etc.); las cuales tienen como principal base teórica o tratamiento oftalmológico a la estimulación dicóptica.

## **4. OBJETIVOS**

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Evaluar la eficacia del uso de tecnologías eHealth en el tratamiento de la ambliopía en niños, mediante juegos y aplicaciones diseñadas para ser utilizadas en dispositivos electrónicos.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar si la agudeza visual posterior a los tratamientos descritos logra mejorar o mantenerse sin cambios en los niños con ambliopía que fueron tratados con juegos en dispositivos electrónicos.
- Estimar cuan significativos pueden ser los tratamientos en dispositivos electrónicos para la mejora de la estereopsis en niños con ambliopía
- Interpretar la participación e interés de los niños por los juegos propuestos en los distintos dispositivos eHealth para estimar la adherencia al tratamiento



## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica utilizando como base metodológica un artículo que permitió ser una guía para el desarrollo de este informe, diseñado exclusivamente para mejorar la integridad de las revisiones sistemáticas denominado *The PRISMA Extension Statement for Reporting of Systematic Reviews Incorporating Network Meta-analyses of Health Care Interventions: Checklist and Explanations (80)*.

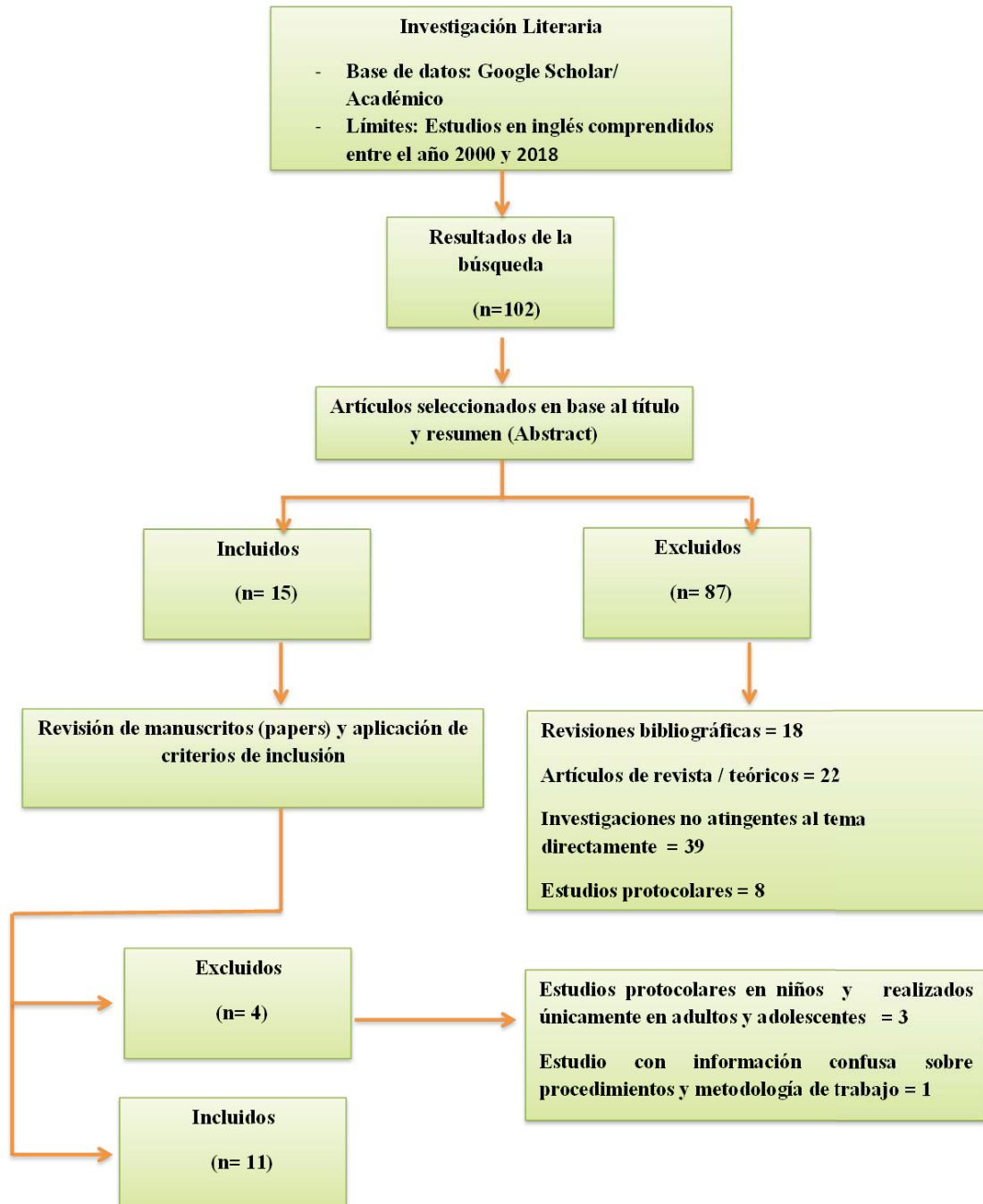
El buscador principal fue Google Académico, más conocido como *Google Scholar*, los criterios de inclusión consistieron principalmente en estudios que fuesen tratamientos para la ambliopía en niños utilizando tecnologías eHealth (sistemas de realidad virtual, computador, videojuego, aplicaciones móviles, Ipad, etc.), independiente de la característica del estudio.

Los límites consistieron en estudios en inglés comprendidos entre el año 2000 y 2018, los criterios de exclusión fueron revisiones bibliográficas, estudios protocolares, y estudios que no fueran aplicados en niños, sino que en adultos únicamente.

Las palabras claves de la presente revisión fueron: *eHealth, Ophthalmology, Smartphone, App, Children, Amblyopia*.

## **6. RESULTADOS**

## 6. RESULTADOS



**Figura 6.1:** Esquemización de los resultados de búsqueda y los criterios de inclusión y exclusión para la selección de los estudios a investigar

**Tabla 6.1** Estudios utilizados para la realización de la investigación

Autores	Nombre del estudio
Birch EE, Li SL, Jost RM, Morale SE, De La Cruz A, Stager D (69).	Tratamiento Binocular con iPad para la ambliopía en niños en edad preescolar
Li SL, Reynaud A, Hess RF, Wang Y, Jost RM, Morale SE (70).	La visión dicóptica de las películas para tratar la ambliopía infantil
Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT (71).	Efecto de un juego binocular para iPad vs parchado a tiempo parcial en niños de 5 a 12 años con ambliopía
Webber AL, Wood JM, Thompson B (72).	Las habilidades motoras finas de los niños con ambliopía mejoran después del tratamiento binocular
Herbison N, Cobb S, Gregson R, Ash I, Eastgate R, Purdy J (73).	Tratamiento binocular interactivo para tratamiento de la ambliopía, un estudio piloto del sistema de gafas de obturación 3D
Waddingham PE, Butler TKH, Cobb SV, Moody ADR, Comaish IF, Haworth SV (74).	Resultados preliminares del uso del novedoso sistema de tratamiento binocular interactivo (I-BiTTM), en el tratamiento de la ambliopía estrábica y anisométrica
Herbison N, MacKeith D, Vivian A, Purdy J, Fakis A, Ash IM (75).	Ensayo controlado aleatorizado de videoclips y juegos interactivos
Knox PJ, Simmers AJ, Gray LS, Cleary M (76).	Un estudio exploratorio sobre como períodos prolongados de estimulación binocular pueden proporcionar un tratamiento efectivo para la ambliopía infantil
Kelly KR, Jost RM, Dao L (77).	Juego binocular en Ipad vs parches para el tratamiento de la ambliopía en los niños
Waddingham PE, Cobb SV, Eastgate RM Gregson RM (78).	La realidad virtual para el tratamiento binocular interactivo de la ambliopía
Cleary M, Moody AD, Buchanan A, Stewart H, Dutton GN (79).	Evaluación de un tratamiento basado en el uso de computadoras para el tratamiento de ambliopías ya tratadas.

**Tabla 6.2:** Resumen de las principales características de los estudios seleccionados







<b>Autores</b>	<b>País de origen de la publicación</b>	<b>Tipo de tecnología eHealth</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo de estudio</b>	<b>Número de individuos</b>	<b>Promedio de edad (Rango)</b>
Birch EE, Li SL, Jost RM, Morale SE, De La Cruz A, Stager D (69).	Estados Unidos	Ipad	2015	Estudio de Cohortes	50	6 (4-7)
Li SL, Reynaud A, Hess RF, Wang Y, Jost RM, Morale SE (70).	Estados Unidos	Ipad	2015	Estudio de Cohortes	8	7 (4-10)
Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT (71).	Estados Unidos	Ipad	2014-2015	Ensayo clínico aleatorizado	385	8 (5-12)
Webber AL, Wood JM, Thompson B (72).	Australia	Ipad	2016	Estudio de caso y control	30	8 (7-12)
Herbison N, Cobb S, Gregson R, Ash I, Eastgate R, Purdy J (73).	Reino Unido	DVD / Gafas 3D	2013	Ensayo clínico no controlado	10	5 (4-8)
Waddingham PE, Butler TKH, Cobb SV, Moody ADR, Comaish IF, Haworth SV (74).	Reino Unido	Computador + sistema de realidad virtual (RV)	2005	Estudio de caso y control	6	6 (5-7)
Herbison N, MacKeith D, Vivian A, Purdy J, Fakis A, Ash IM (75).	Reino Unido	DVD + sistema de RV	2015	Ensayo clínico aleatorizado	75	6 (4-8)
Knox PJ, Simmers AJ, Gray LS, Cleary M (76).	Estados Unidos	Computador + sistema de RV	2012	Estudio de Cohortes	14	8 (5-12)
Kelly KR, Jost RM, Dao L (77).	Estados Unidos	Ipad	2015 - 2016	Ensayo clínico aleatorizado	28	6 (4-9)
Waddingham PE, Cobb SV, Eastgate RM, Gregson RM (78).	Reino Unido	Computador + sistema de RV	2006	Estudio de caso y control	39	7 (4-10)
Cleary M, Moody AD, Buchanan A, Stewart H, Dutton GN (79).	Reino Unido	Computador + sistema de RV	2009	Estudio de caso y control	12	8 (6-11)

**Tabla 6.3:** Operacionalización de las variables






<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Definición operativa</b>	<b>Indicador</b>
Agudeza Visual	Cuantitativa	Evaluación del nivel de resolución espacial del sistema visual después del tratamiento tecnología eHealth	0: Se mantiene igual 1: Disminuye la AV 2: Mejora 1 línea 3: Mejora 2 o más líneas
Estereopsis	Cuantitativa	Medición de la capacidad del sistema visual de obtener información de la posición en profundidad de los objetos a partir de la disparidad binocular, posterior al tratamiento con tecnología eHealth	0: Igual que al inicio del tratamiento (sin evolución) 1: Menor que al inicio del tratamiento 2: Aumento o mejoría de la estereopsis
Adherencia al tratamiento	Cuantitativa (Fue medida numéricamente)	Como el paciente lleva a cabo el tratamiento, el comportamiento que este tiene frente a la aplicación (si demuestra interés) durante el estudio.	0: Sigue el tratamiento (Buena adherencia) 1: No sigue el tratamiento (Mala adherencia)

*Se describen las tres variables principales las cuales son la agudeza visual, la estereopsis y la adherencia al tratamiento que se analizaron en los 11 estudios seleccionados*

**Tabla 6.4:** Descripción de los resultados obtenidos en cada estudio luego del tratamiento aplicado en los niños con tecnología eHealth

País de origen	Autores	Agudeza Visual (Tiempo en semanas)	Estereopsis	Adherencia	Tipo de estudio
	Birch EE, Li SL, Jost RM, Morale SE, De La Cruz A, Stager D (69).	++AV (4 s)	=E	60%	Estudio de Cohortes
	Li SL, Reynaud A, Hess RF, Wang Y, Jost RM, Morale SE (70).	++AV (2s)	=E	75%	Estudio de Cohortes
	Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT (71).	++AV (16s)	=E	22%	Ensayo clínico aleatorizado
	Webber AL, Wood JM, Thompson B (72).	++AV (12s)	+E	94%	Estudio de caso y control
	Herbison N, Cobb S, Gregson R, Ash I, Eastgate R, Purdy J (73).	++AV (6s)	=E	90%	Ensayo clínico no controlado
	Waddingham PE, Butler TKH, Cobb SV, Moody ADR, Comaish IF, Haworth SV (74).	++AV (4 s)	=E	80%	Estudio de caso y control



<b>País de origen</b>	<b>Autores</b>	<b>Agudeza Visual</b> (Tiempo en semanas)	<b>Estereopsis</b>	<b>Adherencia</b>	<b>Tipo de estudio</b>
	Herbison N, MacKeith D, Vivian A, Purdy J, Fakis A, Ash IM (75).	<b>+AV</b> <b>(6s)</b>	<b>=E</b>	<b>90%</b>	<b>Ensayo clínico aleatorizado</b>
	Knox PJ, Simmers AJ, Gray LS, Cleary M (76).	<b>+AV</b> <b>(2s)</b>	<b>+E</b>	<b>100%</b>	<b>Estudio de Cohortes</b>
	Kelly KR, Jost RM, Dao L (77).	<b>++AV</b> <b>(4 s)</b>	<b>=E</b>	<b>96%</b>	<b>Ensayo clínico aleatorizado</b>
	Waddingham PE, Cobb SV, Eastgate RM, Gregson RM (78).	<b>+AV</b> <b>(6s)</b>	<b>=E</b>	<b>94%</b>	<b>Estudio de caso y control</b>
	Cleary M, Moody AD, Buchanan A, Stewart H, Dutton GN (79).	<b>++AV</b> <b>(16s)</b>	<b>+E</b>	<b>100%</b>	<b>Estudio de caso y control</b>

*Variables evaluadas con los resultados posteriores al tratamiento, la agudeza visual (AV), estereopsis (E) y la adherencia al tratamiento. Las abreviaturas corresponden a: disminución de la agudeza visual (-AV), mantención de la agudeza visual (=AV), aumento de la AV en una línea (+AV), aumento de la AV dos líneas (++AV). Disminución de la estereopsis (-E), igual estereopsis (=E), y aumento de la estereopsis (+E). Para la adherencia se consideró buena para porcentajes mayores al 50% de los pacientes evaluados y una mala adherencia, para valores menores al 50% (71).*

Las investigaciones seleccionadas fueron 11 (Figura 6.1), todos en inglés procedentes principalmente de Estados Unidos, Reino Unido, y Australia. Los límites de la investigación eran los últimos 18 años, sin embargo el estudio más antiguo encontrado fue del año 2005 (Tabla 6.2).

En todos los estudios sólo se consideraron pacientes con ambliopía estrábica y ambliopía anisométrica, por lo que los resultados serán concluyentes únicamente para este tipo de ambliopías.

De todas las tecnologías eHealth utilizadas en las investigaciones, las principales fueron los sistemas de realidad virtual (54%) y el Ipad (46%)

El promedio de edad de la muestra completa fue de siete años, existiendo un rango de (4-12 años), los resultados específicos por estudios se pueden observar en la (Tabla 6.2)

Para el cálculo de la agudeza visual en todos los estudios se utilizó el optotipo logMar, por lo que se pueden relacionar y comparar los resultados. La agudeza visual posterior a la aplicación de los tratamientos con dispositivos electrónicos mediante juegos dicópticos, mejoró dos líneas o más en el 73% de las investigaciones y solo aumento una línea en el 27% de los estudios. Por lo que, independiente de la cantidad de líneas mejoradas posterior a al tratamiento, en todos los casos la agudeza visual aumento con las técnicas de estimulación binocular. El tiempo de duración del tratamiento fue variado en los diferentes estudios, obteniéndose una media de seis semanas. (Tabla 6.4)

La estereopsis se mantuvo y no existieron cambios clínicos significativos en el mayor porcentaje de los estudios (73%), salvo en tres investigaciones en donde se logró un aumento de la esteroagudeza. Sin embargo, dos de ellas corresponden a casos y controles por lo que no se puede generalizar este resultado de manera significativa.

La adherencia al tratamiento fue buena en el 90% de los casos, salvo una excepción en el estudio de Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT (71).

## **7. DISCUSIÓN**

## 7. DISCUSIÓN

Pese al avance de las tecnologías, aún resulta mínimo el interés por parte de especialistas e investigadores por avanzar en el desarrollo de nuevas técnicas y alternativas al tratamiento de la ambliopía. En los últimos 18 años se hubiese esperado encontrar mayores datos en cuanto a la efectividad de las técnicas dicópticas, dado que el número de estudios protocolares y teóricos existentes, son considerables para comenzar o proponer una investigación con un amplio número de sujetos de estudio. En este punto, resulta un desafío para los profesionales de la salud con especialización en oftalmología, idear nuevos planes o propuestas para llevar a cabo un mejor tratamiento, y con una adherencia mayor al tratamiento convencional. Se conoce que el más utilizado es la oclusión mediante un parche ocular, sin embargo lo poco atractivo e incómodo que puede resultar para un paciente, afectará directamente sobre los resultados esperados, y por consiguiente se obtendrán resultados poco favorables.

La agudeza visual mejoró en todos los casos, incluso en estudios en donde se compararon pacientes que habían tenido tratamientos previos convencionales (oclusión o penalización), los cuales no habían conseguido resultados óptimos. La diferencia radicó principalmente en la estimulación binocular como base de todos los tratamientos con tecnología eHealth. Este resultado propone una nueva alternativa, orientada principalmente a reducir la supresión ocular, estimulando el sistema visual de manera binocular.

El tiempo en el cual se pueden conseguir resultados favorables mediante la estimulación dicóptica en dispositivos eHealth es considerablemente menor que un tratamiento con oclusión tradicional, sin embargo se requiere de un número mayor de estudios para afirmar esta idea y de ensayos clínicos aleatorizados.

En los estudios que se comparaba la agudeza visual obtenida mediante el tratamiento binocular, frente a los convencionales como en el caso de las investigaciones de Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT (71); Waddingham PE, Butler TKH, Cobb SV, Moody ADR, Comaish IF, Haworth SV (74), y Kelly KR, Jost RM, Dao L (77). Establecieron que, no obstante el tratamiento era efectivo y permitía una mejora en las líneas alcanzadas de agudeza visual, los pacientes que se habían sometido a terapia combinada, es decir, que recibieron ambos tratamientos, obtuvieron un avance en el desarrollo de la AV considerable, en un periodo de tiempo menor a lo estipulado.

La edad de plasticidad sensorial de los niños se conoce que es hasta los ocho años y por tanto, los tratamientos para intentar revertir la baja AV provocada por la ambliopía debiesen ser antes de este periodo. Mientras antes un niño reciba un tratamiento para la ambliopía, mejor será su pronóstico futuro en cuanto a su desarrollo visual. Sin embargo muchos de los pacientes sometidos a terapias binoculares en esta revisión, fueron en un rango de edad muy cercano a los ocho años, e incluso, algunos casos pacientes mayores (hasta 12 años). Por lo que se abre una arista en cuanto a la efectividad de los tratamientos para la ambliopía, mediante la estimulación dicóptica, en niños mayores de ocho años.

La estereopsis mejoró solo en tres de los estudios investigados, siendo mayores porcentualmente (73%), las investigaciones en donde el valor de la estereoagudeza se mantuvo, lo que puede significar que las técnicas dicópticas no tienen mayor efecto en este fenómeno, pero de igual manera no representan una amenaza para su desarrollo, dado que en ningún caso se describió una disminución de la sensorialidad.

Por otra parte el poco efecto de las técnicas dicópticas en la estereopsis de los pacientes, se podría explicar por la edad, teniendo en consideración que el promedio fue de siete años, y por consiguiente muy cercanos a la edad considerada límite de la plasticidad sensorial que es hasta los ocho años. Probablemente si la edad de los pacientes hubiese sido menor, se esperarían encontrar mejores resultados.

Resulta interesante mencionar el estudio de Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT (71), dado que tiene un número bastante amplio de participantes, y se lograron buenos resultados en la agudeza visual, sin embargo solo lograron obtener un 22% de adherencia. Los investigadores notaron que los participantes solían perder interés en el juego después de varios días o semanas, mucho antes el curso prescrito de 16 semanas (71). Por lo que no solo basta con la aplicación de una técnica dicóptica, en este caso en un Ipad, sino que la alternativa propuesta debiese ser atractiva para el usuario. Por otra parte, siendo la única investigación que presenta una mala adherencia y al ser un ensayo clínico aleatorizado, resulta más significativo. Este porcentaje se podría explicar por el promedio de edad de los pacientes, que corresponde a ocho años y el diseño del juego resulto más infantil posiblemente para los niños examinados.

En general, la adherencia supero las expectativas de los investigadores en los 11 estudios, resultando congruente con la cercanía que tienen los niños frente a las nuevas tecnologías y la facilidad de adaptación que presentan frente a los dispositivos electrónicos.

Una de las limitaciones de la presente investigación es el amplio rango de edad de los pacientes, considerando lo significativo que pueden ser los resultados en pacientes de menor edad, sin embargo el promedio individual de edad de cada estudio no difiere significativamente del promedio general que es de siete años.

Por otra parte el número de los individuos, y el carácter o tipos de estudios presentes en ésta revisión bibliográfica pudiesen no ser un fenómeno a generalizar, si permiten tener una visión general y una aproximación a como las tecnologías eHealth pueden ser una alternativa efectiva en los tratamientos para la ambliopía en niños.

Los resultados obtenidos pueden ser un referente únicamente para los países de habla inglesa, con una etnia similar (Estados Unidos, Reino Unido y Australia) dado que

las conclusiones o análisis no se pueden extrapolar al continente sudamericano u otro en particular.

Latinoamérica resulta una interrogante y a su vez, se presenta como un desafío frente a futuras investigaciones en torno a la ambliopía. Son muy pocos los casos o estudios descritos que abarquen el tema y mucho menos, inexistentes las investigaciones que se evalúen la aplicación de nuevas alternativas e innovaciones a los tratamientos convencionales, razón por la cual toda la bibliografía encontrada en torno a este tipo de investigación es prácticamente nula en español.

Los resultados preliminares en cuanto a la edad de estimulación y la obtención de buenos resultados sugiere la posibilidad de investigaciones futuras en casos de ambliopías en adultos o en casos más severos de disminución de la AV. Puesto que actualmente existen estudios y protocolos al respecto, sin embargo son escasas las evidencias empíricas en cuanto a la efectividad en estos casos.



## **8. CONCLUSIÓN**

## 8. CONCLUSIÓN

La innovación tecnológica crece a diario de manera exponencial, las nuevas evidencias, tecnologías y desarrollos permiten ir generando nuevas alternativas para lo convencional o lo tradicionalmente conocido. Particularmente en esta revisión se pretendió recopilar información e interpretar datos sobre cuán significativo es la implementación de tecnologías eHealth en el tratamiento de la ambliopía en niños. Cuya principal innovación, aparte del dispositivo electrónico utilizado fue la estimulación binocular en el tratamiento para la ambliopía, conocido como terapias dicópticas.

Se puede establecer que estos tratamientos son muy positivos para la estimulación del sistema visual, que en la mayor parte de los casos descritos en las investigaciones, la agudeza visual mejora. Pese a que no se logró encontrar una clara relación entre la terapia binocular y su efecto en la estereopsis, no se ve perjudicado su uso, ya que no se observó ningún caso de disminución de la agudeza o algún efecto adverso.

Aprovechar la ventaja que ofrecen los dispositivos electrónicos como los sistemas de realidad virtual y juegos en Ipad (o aparatos similares), en torno a lo atractivo o llamativo que puede ser la aplicación diseñada para el tratamiento, y paralelamente que este juego o diversión brinde un beneficio para la salud visual, es indudablemente beneficioso para obtener una adherencia favorable al tratamiento para la ambliopía.

Se plantea la alternativa de comenzar a desarrollar futuras innovaciones a los tratamientos convencionales, bajo la primicia de que las tecnologías llegaron a la sociedad para enriquecer y masificar los conocimientos. Por tanto, resulta vital por parte

de las entidades públicas y servicios de salud, la educación en torno a los correctos y óptimos usos de los diferentes dispositivos electrónicos.

La presente investigación abre pasos para comenzar futuros estudios tanto a nivel local, como a nivel sudamericano, puesto que no existe evidencia científica sobre este tipo de alternativas binoculares al tratamiento de la ambliopía, y su impacto en los niños. Por otra parte conocer cuál podrían ser los efectos de estos tratamientos en pacientes adultos, dado que existen algunas investigaciones al respecto pero queda aún mucho por conocer e investigar.

Para finalizar, el propósito de este estudio no pretende, bajo ningún punto de vista, proponer un método o terapia para reemplazar o eliminar los tratamientos convencionales para la ambliopía en niños. Sin embargo, plantear la posibilidad de una alternativa que pueda traer beneficios para las personas con ambliopía, con características más acordes al desarrollo tecnológico actual.

La estimulación visual mediante la utilización de tecnologías eHealth, aún requiere de mayores análisis y estudios a profundidad, pese a lo anterior, no suponen alguna implicancia de carácter negativa en los pacientes, es más suponen una alternativa viable y capaz de obtener resultados beneficios para el desarrollo del sistema visual.

## **9. REFERENCIAS**

## 9. REFERENCIAS

1. Espech C. Morfología General del Sistema Visual. Fundación oftalmológica los Andes. Disponible en: [http://www.oftalandes.cl/assets/uploads/2017/07/morfologia\\_ocular\\_-\\_dr-\\_espech.pdf](http://www.oftalandes.cl/assets/uploads/2017/07/morfologia_ocular_-_dr-_espech.pdf)
2. Anatomía e histología ocular pdf
3. Perea García J, Estrabismos; 2008
4. Prieto Díaz J, Esotropia congénita En: Prieto Díaz J. Estrabismo. 5ta ed. Buenos Aires: Ediciones Científicas Argentinas; 2005.
5. Pasmanik S. Trastornos del desarrollo visual en el niño.
6. Salgado AC, Ambliopía y Estrabismo. Boletín Escuela Medicina 2005; 30 pg.
7. Espinoza JM. ¿Cómo es el desarrollo visual de un niño en el primer año de vida? Centro Oftalmológico Barcelona, Institut Català de Retina. Disponible en: <https://icrcat.com/como-se-desarrolla-la-vision-de-un-nino-en-el-primer-ano-de-vida/>
8. Colegio Oficial de Ópticos-Optometristas de Andalucía. El desarrollo de la visión infantil. Disponible en: <http://www.tuoptometrista.com/salud-visual-infantil/el-desarrollo-de-la-vision-infantil/>
9. Odalys Capetillo B, Idalia Triana C, Zoila Martínez L, Silvia Roche C, Aimé Broche H. Frecuencia de la ambliopía en niños. Hospital General Docente "Enrique Cabrera". La Habana, Cuba. Revista Cubana de Pediatría, 83: 372-381; 2011.
10. Brandt Benazzi LE. El Sistema Visual en Lactantes y Niños. Universidad Luterana de Brasil, Brasil. 2005; volumen 7.
11. Arteaga BG. La vista de los niños y la importancia de controlarla. Cuerpo & Alma. 2017.

12. Sans MA. Correspondencia Anómala Cortical; Teoría y Clínica. Asociación Catalana de Optometría y Terapia Visual, Barcelona, España. 2017. Disponible en: <http://www.acotv.org/es/blog/137-articulos-blog-acotv.html>.
13. Marín CP. Óptica Fisiológica, El sistema óptico del ojo y la visión binocular. Madrid. 2006.
14. David Pickwell. Anomalías de la visión binocular. Segunda edición. Barcelona, 1996
15. Francisco Martínez V, Álvaro Pons M. Fundamentos de visión binocular. Universitat de València. 2004.
16. American Academy of ophthalmology, Oftalmología pediátrica y estrabismo. 2011-2012; Volumen 6
17. Gonzales RP. Terapia Visual. Asociación Catalana de Optometría y Terapia Visual, Barcelona. Disponible en: <http://www.acotv.org/es/area-visual/16-tratamientos/21-terapia-visual.html>
18. Puell Marín, M<sup>a</sup> Cinta. Optica fisiologica: el sistema óptico del ojo y la vision binocular. U.C.M. Madrid 2006.
19. Cepillo Biart O, Triana Casado I, Caridad Martinez Z, Roche Caso S, Broche Hernandez A, Frecuencia de Ambliopía en escolares. Revista Cubana Pediatría. 2011; Volumen 83 numero 4.
20. Galán Terraza A. Diplopia: Manual Práctico con videos demostrativos. Editorial Glosa, S.L. 2005.
21. Raúl Martín H, Gerardo Vecilla A. Agudeza Visual. Capitulo 1 Manual de optometría
22. Sans MA. Correspondencia Anómala Cortical; Teoría y Clínica. Asociación Catalana de Optometría y Terapia Visual, Barcelona, España. 2017. Disponible en: <http://www.acotv.org/es/blog/137-articulos-blog-acotv.html>
23. Velázquez R. Consideraciones en la Medición de la Agudeza Visual. Disponible en: <http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista50/consideraciones.htm>
24. Beltran Varas J. Cover Test. 2010. Disponible en: <http://tecnoojo.blogspot.com/2010/07/cover-test.html>.

25. Colegio Oficial de Ópticos-Optometristas de Andalucía. Alteraciones en los ejes visuales (Forias y Tropias). Disponible en: <http://www.tuoptometrista.com/deteccion/alteraciones-en-los-ejes-visuales-forias-y-tropias/>
26. Davalor. Forias y Estrabismo, Desviaciones de los Ojos. 2017. Disponible en: <https://blog.davalorsalud.com/desviaciones-de-los-ojos-forias-y-tropias/>
27. Tamayo Fernández M, Bernal Villegas J. Alteraciones visuales y auditivas de origen genético. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. 1998
28. Merchante A. Diccionario de tropias en niños. Clínica oftalmológica San Bernardo. 2017. Disponible en :<http://www.sanbernardoclinica.com/dictionary/tropia-en-ninos/>
29. Serrano Camacho JC, Gaviria Bravo ML. Estrabismo y ambliopía, conceptos básicos para el médico de Atención Primaria. Medunab 2011. Vol. 14 (2, 108-120).
30. Sánchez Pérez M. Caracterización Global de la medida clínica de la Esteroagudeza. Universidad Complutense de Madrid. 2014.
31. Delgado Espinosa, C., Castañeda Suardíaz, J., Cordero Jorge, N., & Rodríguez Rodríguez, S. Estudio de la eficacia del test TNO en la detección precoz de la ambliopía en atención primaria. Enfermería Global, 17(1), 142. 2017
32. Martínez F. Evaluación de la Correspondencia sensorial; Test de Bagolini. 2012.
33. Gonzales RP. Terapia Visual. Asociación Catalana de Optometría y Terapia Visual, Barcelona. Disponible en: <http://www.acotv.org/es/area-visual/16-tratamientos/21-terapia-visual.html>
34. Campo P. Bases Fisiológicas del entrenamiento visual. Dossier: visión y deporte. 2007.
35. Vasquez D. Ophthalteam. Terapia visual, Madrid. Disponible en: <http://www.ophthalteam.com/que-es-la-terapia-visual-y-para-que-sirve/>
36. Flores Visedo CM. Detección precoz de los trastornos de la refracción y ambliopía. *Pediatr Integral*. 2005;IX(6):419-25

37. Harinder SS. Amblyopia: prevention and management. Nueva Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2007. p. 705-11.
38. Wilson RA, Abbott HJ. Amblyopia. En: Pediatric Ophthalmology and Strabismus. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2008. p. 67-75.
39. Burton J, Kushner MD. Ambliopía. En: Nelson LB. Oftalmología pediátrica y estrabismo. 4ta. ed. México DF: Mc Graw Hill; 2000. p. 140-56
40. Rahi J, Logan S, Timms C, Russell I, Taylor D. Risc, causes, and outcomes of visual impairment after loss of vision in the non-amblyopic eye: a population-based study. Centre for Paediatric Epidemiology and Biostatistics, Institute of Child Health, London, UK. 2002
41. García A, Quero J. Pares Craneales Relacionados con los Sentidos Especiales. Madrid, 2012.
42. Ambliopía. American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus, disponible en : <https://aapos.org/es/terms/conditions/21>
43. Ambliopía Anisométrica. Clínica Universidad de Navarra. Disponible en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/ambliopia-anisometropica>
44. Hunter D. Dichoptic Therapy for amblyopia: the “eye pad” or the iPad. Department of Ophthalmology, Boston Children’s Hospital, Boston, Massachusetts. 2015.
45. Giaschi D, Chapman C, Mejer K, Narasimhan S, Regan D. The effect of occlusion therapy on motion perception deficits in amblyopia. Department of Ophthalmology and Visual Sciences, University of British Columbia, Canada. 2015.
46. Qiu Z, Xu P, Zhou Y, Lu ZL. Spatial vision deficit underlies poor sine-wave motion direction discrimination in anisometric amblyopia. School of Life Sciences and Research & Treatment Center of Amblyopia & Strabismus, China. 2007
47. Días Núñez YC, Días Núñez YJ. Tratamiento binocular de la ambliopía basado en la realidad virtual. Facultad de Ciencias Informáticas Universidad de Granma, Cuba. Rev Cubana Oftalmol vol 29. No4; 2016.



48. Hess RF, Thompson B. New insights into amblyopia: binocular therapy and noninvasive brain stimulation. Department of Ophthalmology, McGill University, Canada. 2013.
49. Woodruff G, Hiscox F, Thompson JR, Smith LK. Factors affecting the outcome of children treated for amblyopia. Department of Ophthalmology, University of Leicester, UK. 1994.
50. Grupo Franja. Nuevo enfoque para el tratamiento de la Ambliopía. Grupo Franja La Informacion de la Salud Visual. 2015. Disponible en: <http://www.grupofranja.com/index.php/ofthalmologia/item/952-nuevo-enfoque-para-el-tratamiento-de-la-ambliopia>
51. Zhou J, Thompson B, Hess RF. A new form of rapid binocular plasticity in adult with amblyopia. McGill Vision Research, Dept. Ophthalmology, McGill University, Montreal, PQ, Canada. 2013.
52. Rojas V. Influencia de la televisión y videojuegos en el aprendizaje y conducta infanto-juvenil. Rev Chil pediatr. 2008; volumen 79.
53. Common Sense Media Research Study. Zero to Eight: Children's media use in america. 2011.
54. Silano MF. La Salud 2.0 y la atención de la salud en la era digital. Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Central de Venezuela, Caracas, DC, Venezuela. 2013.
55. Van Velsen L, Beaujean DJ, Van Gemert-Pijnen JE. Why mobile health app overload drives us crazy, and how to restore the sanity. National Institute for Public Health and the Environment, The Netherlands. 2013.
56. Tomlinson M, Rotheram-Borus MJ, Swartz L. Scaling Up mHealth: Where is the Evidence?. 2013.
57. Joel A, Wolf BA, Jacqueline F, et al. Diagnostic Inaccuracy of Smartphone Applications for Melanoma Detection. JAMA Dermatol. 2013.

58. Dehling T, Gao F, Schneider S, Sunyaev A. Exploring the Far Side of Mobile Health: Information Security and Privacy of Mobile Health Apps on iOS and Android. University Of Cologne, Cologne, Alemania. 2015.
59. COM Salud. La eSalud, referencia en eHealth en español. la eSaludcom. Madrid. Disponible en: <http://laesalud.com/que-es-esalud/>
60. Eysenbach G. What is e-health? J Med Internet Res. 2001.
61. Sandoval R. Informática mas. Universidad de Cataluña.2015. Disponible en : <http://informatica.blogs.uoc.edu/2017/02/16/ehealth-salud-digital/>
62. Michael P, Kaonga N, Batavia Hima. New Horizons for health through mobile technologies. Center for Global Health and Economic Development at the Earth Institute, Columbia University. (faltan datos)
63. Aplicaciones móviles y marcadas. PMfarma. Disponible en: <http://www.pmfarma.es/articulos/2019-mhealth-aplicaciones-moviles-y-marcado-ce.html>
64. NU. CEPAL. Economía digital para el cambio estructural y la igualdad. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2013.
65. Martín I. El uso de las TIC en los niños. Centro de Predicción Económica, Universidad Autónoma de Madrid, España.
66. Pavez MI. Los derechos de la infancia en la era de Internet. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, Chile. 2014.
67. Prensky, Mark (2001), "Digital natives, digital immigrants part I", On the horizon, Vol. 9
68. Alain A. Apps móviles relacionadas con la vista [Internet]. 2015. Recuperado a partir de: <https://www.afflelou.es/blog/tu-ojo-experto/apps-moviles-vista/>
69. Birch EE, Li SL, Jost RM, Morale SE, De La Cruz A, Stager D, et al. Binocular iPad treatment for amblyopia in preschool children. American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Rancho Mirage, California, 2014.

70. Li SL, Reynaud A, Hess RF, Wang Y, Jost RM, Morale SE, et al. Dichoptic movie viewing treats childhood amblyopia. American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Denver, Colorado, 2015.
71. Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT, et al. Effect of a Binocular iPad Game vs Part-time Patching in Children Aged 5 to 12 Years With Amblyopia. *Jama Ophthalmology*. Tampa, Florida, 2016
72. Webber AL, Wood JM, Thompson B. Fine Motor Skills of Children With Amblyopia Improve Following Binocular Treatment. School of Optometry and Vision Science, Queensland University of Technology, Brisbane, Queensland, Australia, 2016.
73. Herbison N, Cobb S, Gregson R, Ash I, Eastgate R, Purdy J, et al. Interactive Binocular treatment (I-BiT) for amblyopia: results of a pilot study of 3D shutter glasses system. Nottingham University Hospitals NHS Trust, Nottingham, UK, 2013.
74. Waddingham PE, Butler TKH, Cobb SV, Moody ADR, Comaish IF, Haworth SV. Preliminary results from the use of the novel Interactive Binocular Treatment (I-BiT) system, in the treatment of strabismic and anisometropic amblyopia. Eye, Ear, Nose and Throat Centre, Queen's Medical Centre, Nottingham, UK, 2004.
75. Herbison N, MacKeith D, Vivian A, Purdy J, Fakis A, Ash IM, et al. Randomised controlled trial of video clips and interactive games to improve vision in children with amblyopia using the I-BiT system. Department of Ophthalmology, Nottingham University hospitals, Nottingham, UK, 2016.
76. Knox PJ, Simmers AJ, Gray LS, Cleary M. An exploratory study: prolonged periods of binocular stimulation can provide an effective treatment for childhood amblyopia. Department of Vision Sciences, Glasgow Caledonian University, Glasgow, Scotland, UK, 2012.
77. Kelly KR, Jost RM, Dao L. Binocular iPad Game vs Patching for Treatment of Amblyopia in Children A Randomized Clinical Trial. Retina Foundation of the Southwest, Dallas Texas. *Jama Ophthalmol*, 2016.

78. Waddingham PE, Cobb SV, Eastgate RM, Gregson RM. Virtual reality for interactive binocular treatment of amblyopia. VIRART, School of M3, University of Nottingham, University Park, Nottingham, Nottinghamshire, UK, 2006.
79. Cleary M, Moody AD, Buchanan A, Stewart H, Dutton GN. Assessment of a computer-based treatment for older amblyopes: the Glasgow Pilot Study. Orthoptic Department, Gartnavel General Hospital, Glasgow, Scotland, 2009.
80. Hutton B, Salanti G, Caldwell D, Chaimani A, Schmid C, Cameron C, et al. The PRISMA Extension Statement for Reporting of Systematic Reviews Incorporating Network Meta-analyses of Health Care Interventions: Checklist and Explanations. Ottawa Hospital Research Institute, Ottawa, Ontario, Canada, 2015.