



**Métodos dicópticos y oclusión, comparación de la efectividad en el tratamiento
de ambliopía**

Federico León Castro

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título
de: Optómetra

Directora

Yadira Bernarda Galeano Castañeda

Doctora en biología

David Esneider Aya Cholo

Especialista en segmento anterior y lentes de contacto

Universidad Antonio Nariño

Programa de Optometría

Medellín, Colombia

2023



Introducción

Se define la ambliopía como un trastorno del neurodesarrollo de la visión que se caracteriza por una discapacidad visual en ojo ambliópe y una ausencia de la función visual binocular. Los tratamientos existentes basados en la evidencia para niños incluyen terapia de oclusión en el ojo no ambliope para fomentar el uso del ojo ambliópico. Sin embargo, actualmente no hay tratamientos ampliamente aceptados disponibles para adultos con ambliopía. (1)

Los tratamientos convencionales para la ambliopía comienzan con la corrección refractiva, e incluyen oclusión o penalización con atropina. La corrección refractiva óptima por sí sola puede resolver en al menos unos casos de ambliopía anisométrica no tratada e incluso en algunos casos de ambliopía estrábica no tratada. Si la ambliopía no se resuelve, la oclusión o la penalización farmacológica con atropina en el ojo con mejores condiciones de AV y desarrollo se prescribe prontamente.

Incluso con corrección de anteojos más oclusión o penalización con atropina, todavía hay casos de ambliopía que responde de una manera insuficiente al tratamiento (2).

En la actualidad entre las nuevas alternativas de terapia para la ambliopía incluyen la terapia dicóptica, como se conoce, la terapia visual se divide en diferentes etapas en las que se fijan objetivos y actividades en las que se potencializan las habilidades visuales inicialmente de manera monocular; en la fase biocular de la cual hace parte la terapia dicóptica, se eliminará la supresión (3), la cual se da mediante una señal inhibidora del ojo contralateral que suprime las entradas corticales del ojo ambliópico,



esto lo hace mediante la inhibición neuronal del neurotransmisor GABA el cual ha sido implicado en la prevención de la privación inducida por la deficiente estimulación (4).

Esta Terapia Dicóptica, es una manera de ejercitar la visión biocular por medio de videojuegos y películas en los que el cerebro conecta ambos ojos de manera paralela o el juego se termina, por lo que es necesario estimular el ojo ambliope para poder utilizar esta técnica (5).

Este método tiene la ventaja de ser novedoso y mantener una disposición alta en los pacientes que cursan la fase biocular del tratamiento, sería interesante indagar más en cómo funciona este método, en qué casos es mejor utilizarlo y si este funciona por sí solo o requiere ser complementado (6).

Es importante estar al tanto, sobre las nuevas tecnologías en el entrenamiento visual que proporcione al profesional los elementos para brindar al paciente intervenciones novedosas que mejoren su tratamiento y pronóstico, por lo cual se propone realizar una revisión bibliográfica, en la que se observarán casos retrospectivos de pacientes ambliopes tratados mediante esta tecnología (7). Por lo anterior se pretende indagar en las nuevas técnicas de tratamiento para la terapia visual en ambliopía.

Planteamiento del problema

La ambliopía es un trastorno común del neurodesarrollo de la visión que se caracteriza por una discapacidad visual en un ojo y una función visual binocular comprometida



La ambliopía es una reducción de la agudeza visual con su mejor corrección que no puede contribuir a la anomalía estructural del ojo. La prevalencia de la ambliopía oscila entre el 2 % y el 5 %. [1] La ambliopía se relaciona más comúnmente con el estrabismo y la anisometropía de la primera infancia y, con menos frecuencia, con la ametropía y la privación de la visión, como las cataratas congénitas. **(8)**

Esta anomalía en el desarrollo binocular también afecta la visión espacial, la estereopsis y agudeza visual. Se presenta con una prevalencia del 1% al 4% en las etapas escolares, entre los 3 a 7 años **(4)**

La ambliopía afecta entre 2 a 3 niños de cada 100, a nivel mundial hay una prevalencia entre el 2% y el 4% siendo así una de las causas más importantes del compromiso visual en niños y jóvenes En personas menores de 40 años, es más frecuente que alguna enfermedad ocular o trauma.

Es importante la intervención temprana ya que tiene efectos patológicos, no solo presentando problemas físicos sino también dificultades referente a su entorno, problemas psicológicos y sociales que repercuten en sus relaciones personales como en el colegio y familia , dado que su autoestima baja por falta de confianza en sí. Es una condición fácil de detectar y con posibilidad de tratar durante el desarrollo visual, de no hacerlo implica mayor riesgo visual y sus consecuencias personales, educativas



y laborales, por lo que es importante contar con programas de detección y seguimiento visual desde el nacimiento y durante el periodo de plasticidad del sistema visual.

En la actualidad la forma más usada para tratar con terapias la ambliopía es con distintos tipos de oclusión, ya sea directa, inversa, parcial. Sin embargo, a pesar de ser efectivas, aumentan su velocidad en dar resultados si se acompaña de actividades tales como, el recorte, el colorear, puntear y rellenar, ya que ayuda a estimular el lóbulo parietal ya que esta cuenta dos funciones principales la primera relacionada con la percepción y sensibilidad, la segunda con la interpretación e integración de la información sensitiva, en específico de los campos visuales, de esta manera se estimula para despertar conexiones con más precisión y motivación neuronal. No obstante, muchas de estas prácticas se tornan aburridas o monótonas para quienes se aplican, así que con la implementación de las terapias dicópticas, las cuales constan de actividades más entretenidas como ver un buen programa televisivo, jugar videojuegos que desafíen la coordinación, motricidad y respuesta veloz por parte del que lo emplea, motiva neuronal y anímicamente a la persona tratada, esto a su vez acelera la recuperación, implementar educar y concienciar en eso es algo que aún no está muy bien instaurado entre la comunidad de profesionales dedicados a este tipo de rehabilitación.

Objetivos



Objetivo general

Describir la efectividad del método dicóptico utilizado en la terapia visual para ambliopía y compararlo con el tratamiento de oclusión a partir de una revisión bibliográfica.

Objetivos específicos

Realizar una comparación de estudios clínicos en el tratamiento de la ambliopía mediante tratamientos dicópticos y oclusión.

Describir el funcionamiento de los métodos dicópticos.

Identificar posibles ventajas o desventajas el entrenamiento dicóptico de manera aislada a la oclusión.

Justificación



La ambliopía es una disfunción del neurodesarrollo del sistema visual durante el desarrollo temprano dado a un desequilibrio entre las imágenes percibidas por cada ojo. Puede ocurrir por la presencia de estrabismo, anisometropía, o ambos, o por problemas congénitos.

Entre los tratamientos para la ambliopía se encuentra la penalización u oclusión los cuales son métodos disociativos, ya que se genera una desconexión y falta de continuidad en el procesamiento del estímulo visual en el ojo no ambliópe.

Como solución al índice de fracaso en los tratamientos tradicionales nos motiva a investigar qué otras tecnologías, se han desarrollado o estudios con técnicas dicópticas.

La oclusión es el tratamiento más común para la ambliopía, pero tiene muchas desventajas como ser impopular, tiene un efecto a largo plazo, tiene un impacto psicológico y emocional negativo. Todo ello conduce muchas veces a una escasa o nula aceptación del tratamiento, con graves consecuencias para su eficacia.

La mejora de la función visual con técnicas bioculares abre su potencial uso como terapia visual para el tratamiento de la ambliopía. La binocularidad es necesaria para los procesos de aprendizaje y desarrollo sensorial, o para las relaciones con el entorno, y está en desventaja en el tratamiento clásico de la obstrucción.



El profesional de la salud visual debe estar a la vanguardia de las tecnologías aplicadas a su área y las tecnologías no son la excepción, en especial si estas ayudan en la prevención, diagnóstico, cura o tratamiento, en el caso de este proyecto es el apoyo en el tratamiento de la ambliopía, Podemos entender bien cómo funciona, en qué casos utilizarlo y si este es un complemento a la terapia común o si este sirve por sí solo, por estas razones se realiza este trabajo para agrupar estudios con relación. Así brindar una nueva fuente a ser utilizada para investigaciones de aledaños

Marco Teórico

Con el apogeo de las tecnologías también surge el auge de las terapias bioculares, estudios realizaron valoración de los adelantos del entrenamiento perceptual como una alternativa para la terapia de ambliopía y hallaron que las personas que la padecen, inclusive en la edad adulta logran recuperarse, también explicaron que las pruebas que se utilizaron para medir los grados de supresión y estereopsis no son precisas ni objetivas.

La terapia visual dicóptica hace una orientación hacia el aprendizaje perceptivo, concibiendo que se basa en la repetición sistemática que se basa en la realización de las mismas tareas de forma repetida en intervalos de tiempos estipulados cuyo objetivo es lograr su perfeccionamiento y automatización. Cuando se entrena una



maniobra hasta hacerla tan natural, difícilmente se falle al ejecutarla, en búsqueda de aprendizajes y desarrollo del área cortical V1, su ocupación estimula una acción bilateral motora y sensorial, y con ello el cerebro reacomoda las vías neuronales; otros estudios encontraron que el uso de los videojuegos como terapia, mejora las capacidades visuales en adultos y niños, hasta en un 68%; se comparó la agudeza visual del ojo ambliope y su mejora usando videojuegos binoculares y terapia de oclusión a tiempo parcial en niños con ambliopía anisométrica, encontraron que el ojo ambliópico aumenta en 0,18 log MAR cuando se utiliza solo terapia binocular, 0,26 log Mar únicamente oclusión y 0,30 log Mar en terapia combinada.

Además de videojuego binoculares, terceros se enfocaron en los videojuegos monoculares como colaboradores en la terapia de oclusión, al armonizar las dos terapias se presentaron mejoras de 0,61 a 0,51 log MAR al mes y a 0,40 a los tres meses, en diferencia con el grupo de oclusión mejoró de 0,65 a 0,48 en los tres (1).

La ambliopía es un trastorno común del neurodesarrollo de la visión que se caracteriza por una discapacidad visual en un ojo y una función visual binocular comprometida. Los tratamientos existentes basados en la evidencia para niños incluyen terapia de oclusión el ojo no ambliope para fomentar el uso del ojo ambliópico. Actualmente no hay tratamientos ampliamente aceptados disponibles para adultos con ambliopía. (4)



La práctica dicóptica de contraste equilibrado con trabajos de aprendizaje perceptivo o juegos mejora de manera significativa la agudeza visual en la ambliopía. Sin embargo, estas tareas son intensas y repetitivas, y hasta el 40% de los pacientes no supervisados no cumplen. Investigaron la eficacia de un técnica de película potencialmente más atractivo para brindar una experiencia binocular con equilibrio de contraste a través de la estimulación dicóptica complementaria.

Ocho niños ambliópicos entre 4 a 10 años se inscribieron en un estudio de cohorte prospectivo para ver 3 películas mediante el método dicóptico por semana durante 2 semanas en una pantalla 3D pasiva. Se crearon 18 versiones dicópticas de películas animadas populares. El contraste del otro ojo se estableció inicialmente a un nivel reducido que permitía la visión binocular y luego se incrementó en un 10 % en cada visita. La agudeza visual mejor corregida, la estereoagudeza de puntos aleatorios y la supresión interocular se midieron al inicio y a las 2 semanas (6).

Resumen: Presentamos los resultados de un nuevo dispositivo de tratamiento de la ambliopía utilizado en 7 niños con ambliopía anisométrica. El Occlu-pad se creó quitando la capa de película polarizadora de la pantalla de cristal líquido de un iPad Air (Apple Inc, Cupertino, CA). Se pidió a los pacientes que usaran anteojos especiales que contenían un filtro polarizador para su ojo ambliópico y un filtro de reducción de luz para su ojo normal y se les indicó que jugaran un juego de entrenamiento de ambliopía que se mostraba solo al ojo ambliópico. En 5 pacientes, la agudeza visual de lejos corregida en los ojos ambliópicos mejoró después de 2



meses de tratamiento en un promedio de 0,38 (logaritmo del ángulo mínimo de resolución).

Métodos

Búsqueda inicial de los artículos

La búsqueda bibliográfica se realizó siguiendo las directrices de la declaración PRISMA. A continuación, se detalló el proceso de elaboración en sus distintas fases: En la caracterización de los artículos se utilizó los operadores booleanos AND y OR y se eligieron los términos utilizados en la ecuación de búsqueda por medio del sistema de Pubmed. Medline, Cochrane, Scielo, Science Direct, National Library Of Medicine. utilizando palabras claves asociadas a (Rehabilitación) AND (visual (rehabilitación) AND (ambliopía), (“métodos dicoptípticos”) AND (oclusión”), (“métodos dicópticos”) OR (oclusión) (“realidad virtual”) AND (ambliopía), (“entrenamiento visual”) AND (ambliopía), (anisometropía) AND (estrabismo) (anisometropía OR (estrabismo) (“visión reducida”) AND (ambliopía) (antropización) OR (ambliopía), (“mala visión”) OR (“ estimulación macular”)).

Búsqueda sistemática en las bases de datos



En la fase de cribado se tuvieron en cuenta los criterios de inclusión tales como artículos de libre acceso y con una antigüedad de 5 años o menos de publicación, estudios en humanos, artículos de personas de cualquier edad; además, artículos que comparen los métodos dicópticos con la oclusión. En los criterios de exclusión se tomaron sujetos de control con patologías de la vía óptica para evitar confusión en los resultados, artículos publicados con estudios en animales y textos incompletos, artículos que tengan que ver con procedimientos quirúrgicos.

Para comprobar la idoneidad de los artículos se utilizó el cuestionario CASPe para finalmente incluirlos en esta revisión de literatura de la cual se seleccionaron 38 artículos que cumplieron con los requisitos para ser incluidos en la revisión.

Cuadro Ecuación de búsqueda con las palabras claves y validadas por medio del PubMed, MEDLINE, CINAHL, EMBASE, COCHRANE, SCIELO, SCIENCE DIRECT, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. En la columna de la izquierda se describen las ecuaciones obtenidas con el buscador y al lado derecho las plataformas de datos empleadas para la búsqueda.

Ecuación de búsqueda	Bases de datos	Resultados
(rehabilitación) AND (visual)	PubMed.gov, SCIELO, SCIENCE DIRECT, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	2.858
(rehabilitación AND ambliopía)	PubMed.gov, SCIELO, SCIENCE DIRECT, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	417

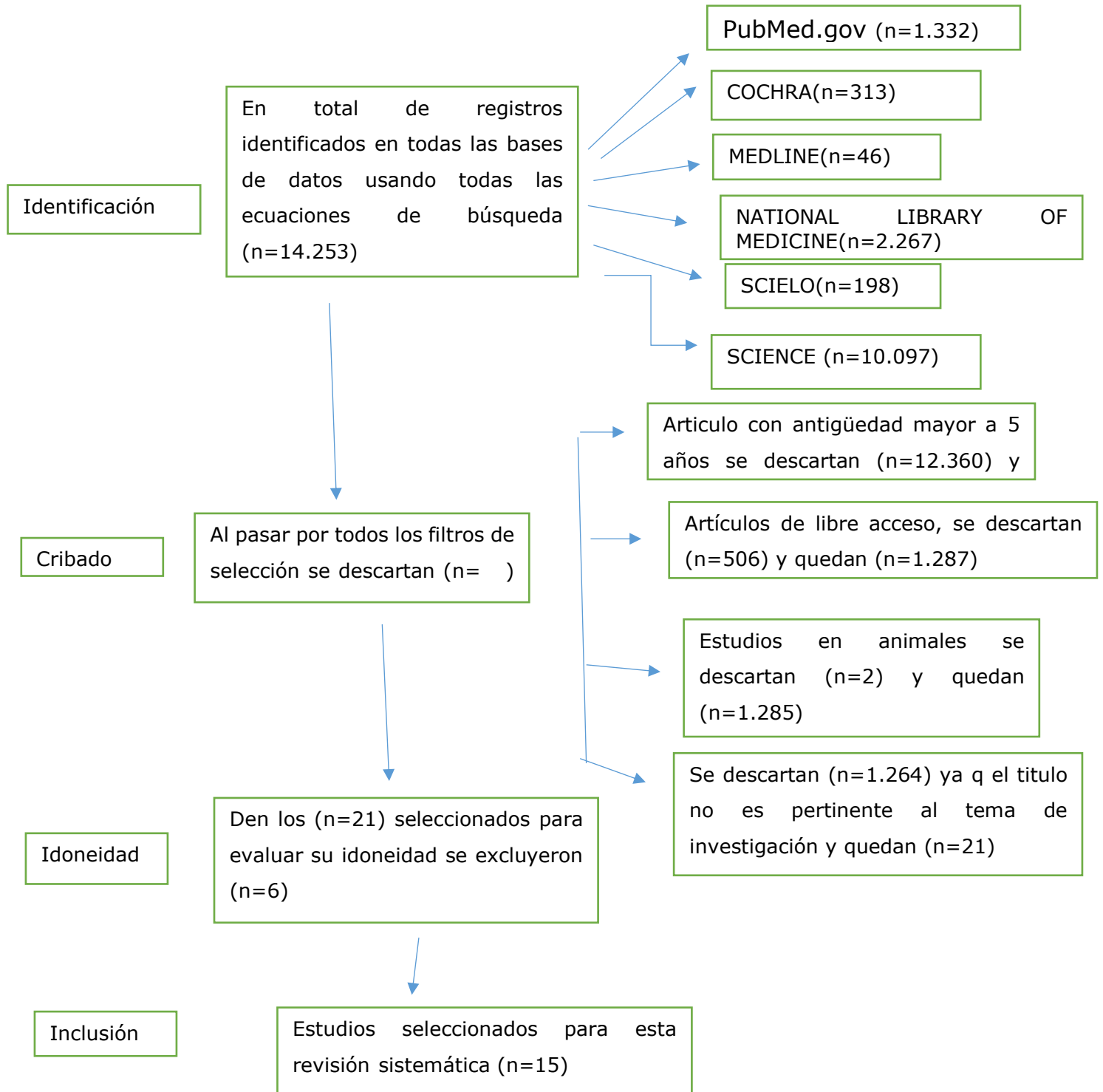


("métodos dicópticos") AND (oclusión)	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	26
("métodos dicópticos") OR (oclusión)	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	7.663
("realidad virtual") AND (ambliopía)	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	1
("métodos dicópticos") AND (tratamiento)	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	155
("mala visión") OR ("estimulación macular")	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	10
(emotropización) OR (ambliopía)	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	272
("low visión") AND (ambliopía)	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	183
("entrenamiento visual") AND (ambliopía)	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	0
(anisometropía) OR (estrabismo)	PubMed.gov, SCIELO, NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE, COCHRANE. MEDLINE	SCIENCE DIRECT,	2.741

Tabla 1 Ecuación de búsqueda. En la columna de la izquierda se describen las ecuaciones obtenidas con el buscador en la columna centran las plataformas de datos empleadas para la búsqueda y en la columna de la izquierda.



Diagrama prisma que escribe las cuatro fases de esta metodología iniciando por la identificación de los artículos encontrados en las plataformas de datos utilizando las ecuaciones de búsqueda, posteriormente se realizó el cribado de los documentos encontrados considerando los criterios de inclusión y exclusión ya expuestos anteriormente - para un total de (n=48), a los cuales se les comprueba la idoneidad de los artículos al realizarles el cuestionario CASPe y finalmente se incluyen (n=35)





Resultados

Luego de realizar la pesquisa bibliográfica utilizando las ecuaciones de búsquedas (rehabilitación) AND (visual) (rehabilitación) AND (ambliopía), (“métodos dicópticos”) AND (oclusión), (“métodos dicópticos”) OR (oclusión) (“realidad virtual”) AND (ambliopía), (“entrenamiento visual”) AND (ambliopía), (anisometropía) AND (estrabismo) (anisometropía OR (estrabismo) (“visión reducida”) AND (ambliopía) (emetropización) OR (ambliopía), (“mala visión”) OR (“ estimulación macular”) y las palabras claves ambliopía, métodos dicópticos, realidad virtual, estrabismo, oclusión, biocularidad, se realizó el cribado de los documentos encontrados considerando los criterios de inclusión y exclusión ya expuestos anteriormente - para un total de (n=45), a los cuales se les comprueba la idoneidad de los artículos al realizarles el cuestionario CASPe y finalmente se incluyen (n=35) (9).

Para dar respuesta a los objetivos del presente trabajo se agruparon los resultados, según se relacione a cada objetivo.

Objetivo 1. Comparación de estudios clínicos en el tratamiento de la ambliopía mediante tratamientos dicópticos más oclusión

Con el apogeo de las tecnologías también surge el auge de las terapias binoculares (10), algunos estudios realizaron valoración de los adelantos del entrenamiento perceptual como una elección de terapia de la ambliopía y hallaron que las personas



que padecen esta falta de desarrollo, inclusive en la edad adulta, pueden conseguir una recuperación (11).

La terapia visual dicóptica hace una orientación hacia el aprendizaje perceptivo, entendiendo que se basa en la repetición sistemática en busca de aprendizajes y mejora del área cortical V1, la cual es la zona cerebral encargada de decodificar la percepción y convertirla en visión, su utilización estimula una acción mutua sensorial y motora, y así el cerebro readapta las vías neuronales (12).

Otros estudios encontraron que los videojuegos como terapia, mejora las capacidades visuales en adultos y niños, se confrontó la agudeza visual del ojo ambliope y su progreso usando videojuegos binoculares y terapia de oclusión a tiempo parcial en niños con ambliopía anisométrica (13). Además, en las investigaciones hallaron que el ojo ambliópico aumenta en 0,18 log MAR cuando se utiliza solo terapia binocular, 0,26 únicamente terapia de oclusión y 0,30 en terapia combinada (14).

En esta línea de videojuegos binoculares, otros se orientaron en los videojuegos monoculares como colaboradores en la terapia de oclusión, al combinar las dos terapias se presentaron mejorías de 0,61 a 0,51 log MAR al mes de tratamiento y a 0,40 a los tres meses; en relación con el grupo de oclusión mejoró de 0,65 a 0,48 en los tres meses.

Los métodos dicópticos son una opción con resultados favorables en todos los pacientes en los cuales se ha utilizado esta técnica (siendo complementaria a la terapia de oclusión) estos métodos son la forma de generar binocularidad más eficiente,



didáctica, motivadora y tecnológica que le podemos brindar a nuestros pacientes en la terapia visual, siendo aún más necesaria su utilidad en las ambliopías (15).

La terapia de oclusión logra mejorar la A.V. en niños y jóvenes de manera significativa, incluso después de las 12 semanas de tratamiento, el efecto no disminuye, por el contrario, logra aumentar valores de agudeza visual, mientras que, en niños de 4 a 16 años, la terapia con videojuegos no logró mostrar mayores resultados que con la oclusión directa (16).

Li RW et al, expusieron resultados muy similares, esto fue realizado en jóvenes y adultos desde los 15 hasta los 61 años. Allí se pudo evidenciar un incremento sustancial en agudeza visual, atención espacial y estereopsis, con una recuperación de A.V. cinco veces más rápida que la obtenida con oclusión en la terapia de ambliopía infantil. Estos resultados sugirieron que la terapia indicada para el paciente va a depender del desarrollo y de la edad del sujeto (17).

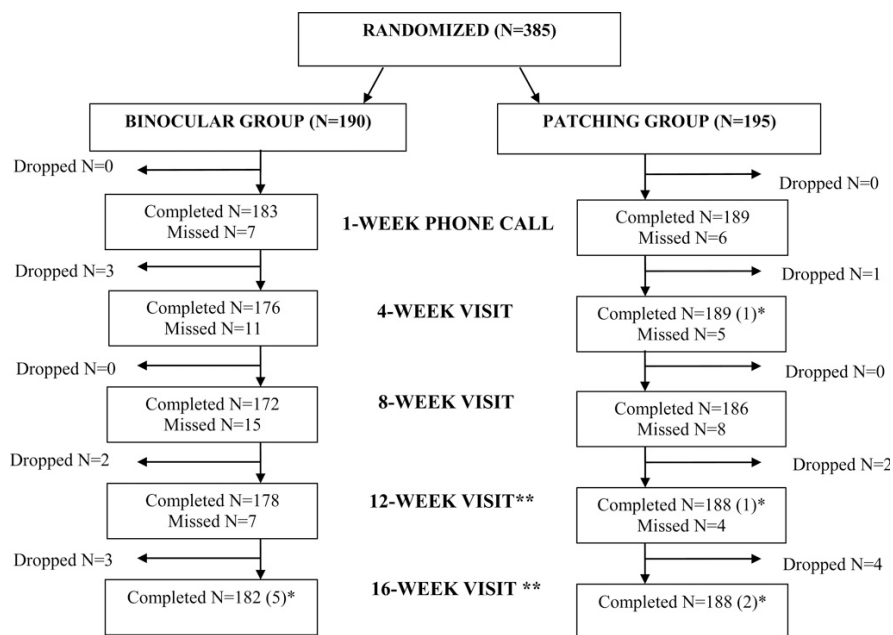
Objetivo 2. Describir el funcionamiento de los métodos dicópticos

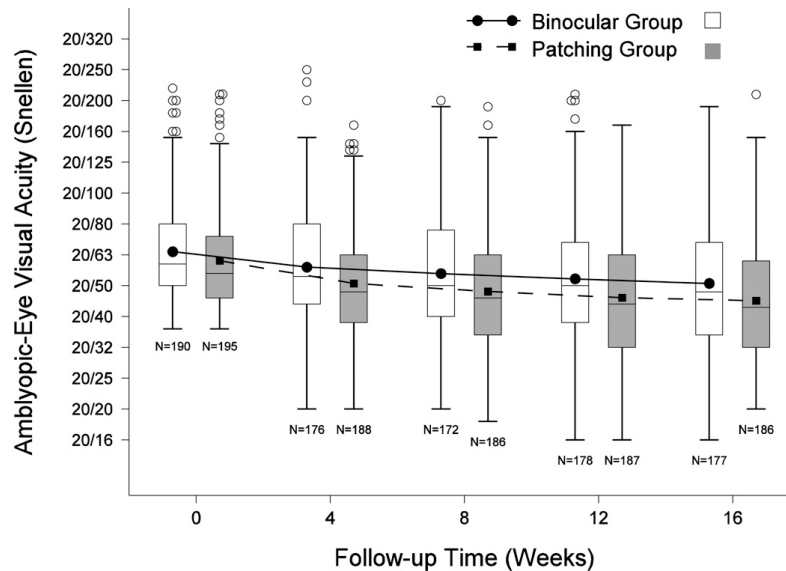
El tratamiento dicóptico para ambliopías anisométricas y estrábicas, lo que hace es disminuir el contraste del ojo sano para igualar la imagen del ambliope reportando mejora significativa en A.V. y estereoagudeza, también las personas con ambliopía



profunda fueron capaces de mirar televisión y jugar sin la interrupción del ojo ambliópico (18) (19) (20).

Efecto de un juego de iPad binocular frente a parches a tiempo parcial en niños de 5 a 12 años con ambliopía: un ensayo clínico aleatorizado



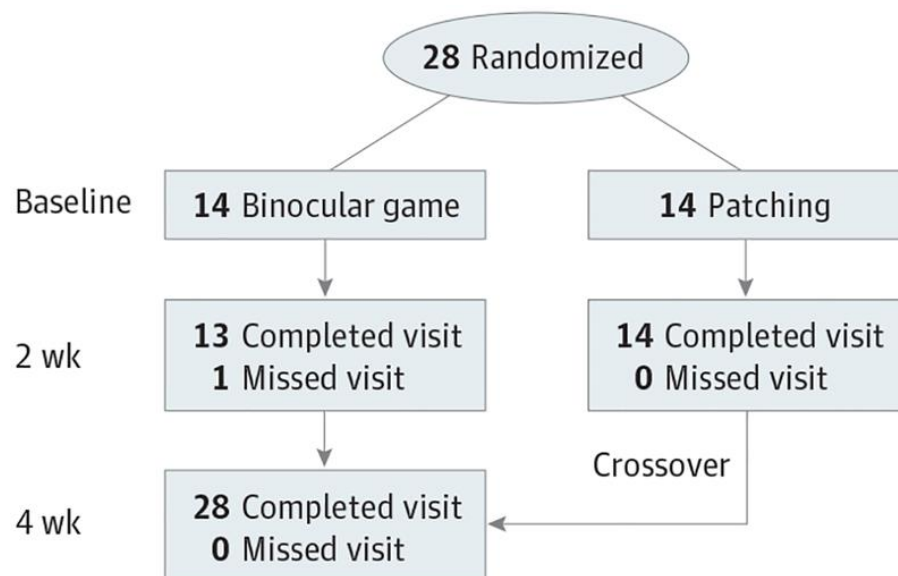


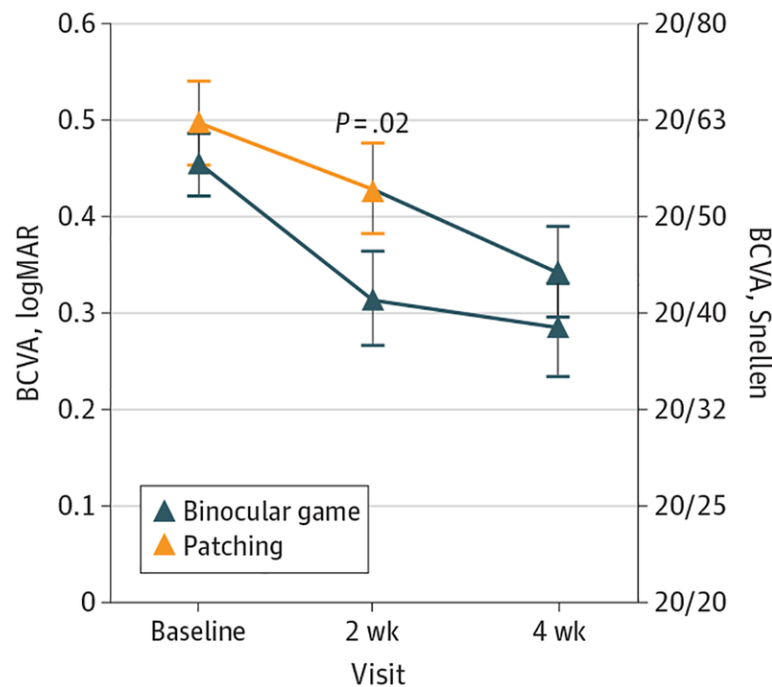
De los 385 participantes, 187 eran mujeres (48,6%); la edad media (DE) fue de 8,5 (1,9) años. A las 16 semanas, la AV media del ojo ambliópico mejoró 1,05 líneas (IC del 95% bilateral, 0,85-1,24 líneas) en el grupo binocular y 1,35 líneas (IC del 95% bilateral, 1,17-1,54 líneas) en el grupo de oclusión. con una diferencia ajustada del grupo de tratamiento de 0,31 líneas a favor de oclusión (límite superior del IC del 95% unilateral, 0,53 líneas). Este límite superior superó el límite de no inferioridad preespecificado de 0,5 líneas. Solo 39 de los 176 participantes (22,2 %) asignados aleatoriamente al juego binocular y con datos de archivo de registro disponibles realizaron más del 75 % del tratamiento prescrito (mediana, 46 %; rango intercuartílico, 20 %-72 %). En los participantes más jóvenes (de 5 a <7 años) sin tratamiento previo para la ambliopía, la AV del ojo ambliópico mejoró en una media (DE) de 2,5 (1. 5) líneas en el grupo binocular y 2,8 (0,8) líneas en el grupo parcheado. Los efectos



adversos (incluida la diplopía) fueron poco comunes y de frecuencia similar entre los grupos (21).

Juego binocular para iPad versus parches para el tratamiento de la ambliopía en niños: un ensayo clínico aleatorizado





Entre 28 niños, la edad media (SD) al inicio del estudio fue de 6,7 (1,4) años (rango de edad, 4,6-9,5 años), y 7 (25%) eran mujeres. Al inicio del estudio, la BCVA media (DE) del ojo ambliópico fue de 0,48 (0,14) logMAR (aproximadamente 20/63; rango, 0,3-0,8 logMAR [20/40 a 20/125]), con 14 niños asignados aleatoriamente al juego binocular y 14 para parchear durante 2 semanas. En la visita de 2 semanas, la mejora en la MAVC del ojo ambliópico fue mayor con el juego binocular en comparación con el parche, con una mejora media (DE) de 0,15 (0,08) logMAR (media [DE], 1,5 [0,8] líneas) frente a 0,07 (0,08) logMAR (media [SD], 0,7 [0,8] línea; $P = 0,02$) después de 2 semanas de tratamiento. Estas mejoras desde el inicio fueron significativas para el juego binocular (mejoría media [DE], 1,5 [0,8] líneas; $P < 0,001$) y para el parche (mejoría media [DE], 0,7 [0,8] línea; $P = 0,006$). La profundidad de la supresión mejoró desde el inicio en la



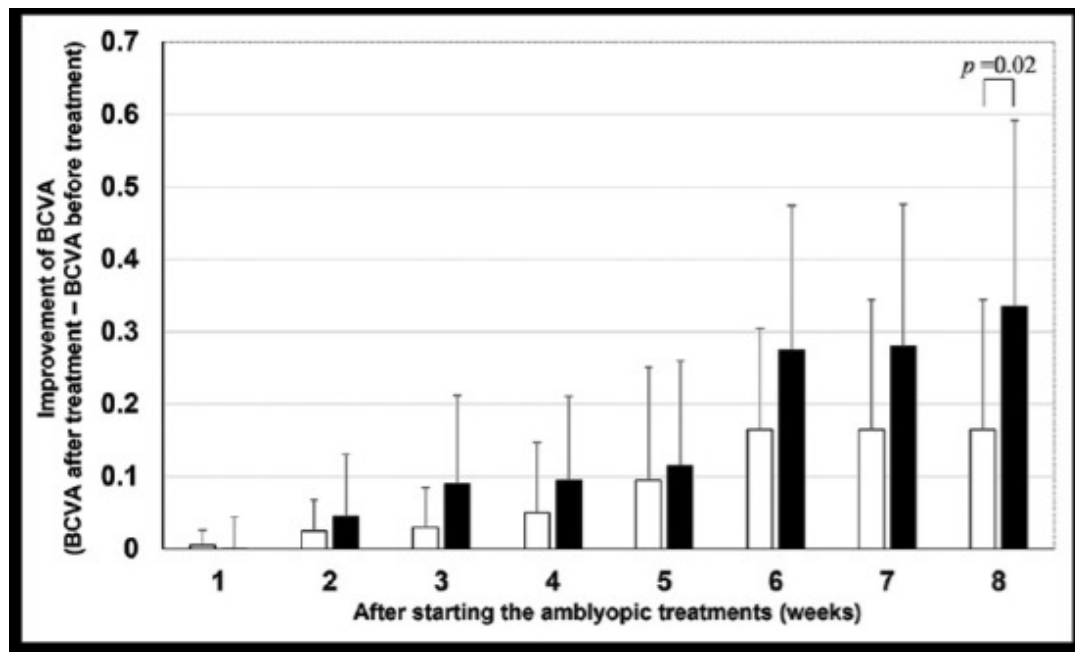
visita de 2 semanas para el juego binocular (media [DE], 4,82 [2,82] frente a 3,24 [2,87]; $P = 0,03$) y para el parche (media [DE], 4,77 [3,10] frente a 2,57 [1,67], $p = 0,004$). Los niños con parches pasaron al tratamiento con juegos binoculares, y los 28 niños jugaron el juego durante otras 2 semanas. En la visita de 4 semanas, no se encontraron diferencias de grupo en el cambio de BCVA, y los niños que pasaron a los juegos binoculares se pusieron al día con los niños tratados con juegos binoculares, para una mejora media (DE) de 0,17 (0,10) logMAR (media [SD], 1,7 [1,0] líneas) para el juego binocular frente a una mejora media (SD) de 0,16 (0,12) logMAR (media [SD], 1,6 [1,2] líneas) para el cruce de parches ($P = 0,73$). 77 [3,10] frente a 2,57 [1,67]; $p = 0,004$).

Los niños con parches pasaron al tratamiento con juegos binoculares, y los 28 niños jugaron el juego durante otras 2 semanas. En la visita de 4 semanas, no se encontraron diferencias de grupo en el cambio de BCVA, y los niños que pasaron a los juegos binoculares se pusieron al día con los niños tratados con juegos binoculares, para una mejora media (DE) de 0,17 (0,10) logMAR (media [SD], 1,7 [1,0] líneas) para el juego binocular frente a una mejora media (SD) de 0,16 (0,12) logMAR (media [SD], 1,6 [1,2] líneas) para el cruce de parches ($P = 0,73$). 77 [3,10] frente a 2,57 [1,67]; $p = 0,004$).

Los niños con oclusión pasaron al tratamiento con juegos binoculares, y los 28 niños jugaron el juego durante otras 2 semanas. En la visita de 4 semanas, no se encontraron diferencias de grupo en el cambio de BCVA, y los niños que pasaron a los juegos binoculares se pusieron al día con los niños tratados con juegos binoculares, para una mejora media (DE) de 0,17 (0,10) logMAR (media [SD], 1,7 [1,0] líneas) para el juego

binocular frente a una mejora media (SD) de 0,16 (0,12) logMAR (media [SD], 1,6 [1,2] líneas) para el cruce de parches ($P = 0,73$) (22).

Comparación de la eficacia del tratamiento de la ambliopía con parche ocular y Occlu-tab binocular para la misma duración del tratamiento



Ambos grupos mejoraron significativamente la agudeza visual a las 6, 7 y 8 semanas en comparación con antes del tratamiento (23). La mejora en la BCVA del grupo Occlu-tab ($0,33 \pm 0,25$) fue significativamente mayor que la del grupo de la oclusión ocular ($0,16 \pm 0,17$) (24).



Objetivo 3. Ventajas o desventajas el entrenamiento dicóptico de manera aislada a la oclusión

Se encontraron en los estudios revisados algunos cuadros comparativos; comenzamos con las tablas en que se compara el método de oclusión y la terapia dicoptica

Beneficios de la realidad virtual en terapia visual para ambliopía

AUTOR	OBJETIVO	TIPO DE ESTUDIO	TIPO DE AMBLOPIA	POBLACIÓN	TERAPIA UTILIZADA	RESULTADOS
Ballesteros-Sánchez, A(2019)	Conocer métodos novedosos que se usen en la actualidad, con el fin de encontrar el uso correcto de su efectividad en las diferentes ambliopías.	Revisión bibliográfica	Estrábica, refractiva y por privación.	Niños 4- 16 años	Terapia tradicional, tratamiento dicóptico, oclusión directa.	Muestran que a pesar de encontrar una mejoría de A.V. en pacientes que usaron juegos de formabinocular, la oclusión directa produce mayor mejoría de esta de lejos y cerca.
Díaz Y, DíazNJ. (2016)	Evidenciar estrategias que se han utilizado como un tratamiento de tipo binocular con la realidad virtual para la ambliopía	Revisión bibliográfica	Ambliopías en general	Niños y adultos con algún tipo de ambliopía	Realidad virtual, tratamiento binocular interactivo	El tratamiento binocular interactivo maneja sistemas denominados I-BiT TM , la mayoría de los pacientes lograron mejorar la A.V., a las personas que se siguieron monitoreando incluso al finalizar el tratamiento, presentaron mejorías o mantuvieron la AV que lograron con el tratamiento de realidad virtual. En conclusión, a las cuatro semanas de haber iniciado tratamiento, se evidenció, lo cual es un periodo corto en comparación



						<p>del tratamiento convencional con oclusión. Para el tratamiento de la supresión se basaron en tres partes: reconocimiento de la capacidad de fusión, cuantificación de la supresión y reducción de la supresión. En este tratamiento se hace también uso de videoclips y video juegos. En el uso de videoclips 3D se encontró que pueden incidir positivamente en la recuperación de la estereopsis. Con esto, se reportó reducción significativa de la supresión y por ende recuperación de la estereopsis, incluso aquellos pacientes que no poseían estereopsis la establecieron luego del tratamiento.</p>
Li RW, Ngo C, Nguyen J, Levi DM (2011)	Examinar la efectividad de los videojuegos en el tratamiento de adultos ambliopes.	Estudio experimental	Estrábica, anisométrica y por privación	Adolescentes y adultos entre 15 y 61 años con cualquier tipo de ambliopía	Terapia de oclusión convencional y terapia con videojuegos.	<p>Los experimentos muestran que jugar videojuegos en periodos cortos de tiempo -de 40 a 80 horas, 2 horas/día- mejora de manera sustancial funciones visuales como, A.V. (33%), agudeza posicional (16%), atención espacial (37%) y estereopsis (54%). La recuperación de la A.V. es al menos 5 veces más rápida de lo que cabría</p>



						esperar de la terapia de oclusión en la ambliopía infantil. Se hizo uso de ruido posicional y modelado para revelar los mecanismos neuronales subyacentes a las mejoras visuales en términos de distorsión espacial disminuida (7%) y mayor eficiencia de procesamiento (33%).
Ziak P, Holm A, Halička J, Mojžiš P,	Evaluar el efecto del entrenamiento visual dicóptico	Estudio experimental	Anisométrica	Adolescentes y adultos	Entrenamiento visual dicóptico	Se encontró que la A.V. mejoró significativamente desde un valor medio antes
Piñero DP(2017)	utilizando una pantalla de realidad virtual montada en la cabeza, en una muestra de adultos ambliopes anisométricos y evaluar la utilidad potencial de esta opción de tratamiento.			entre 17 y 69 años		del entrenamiento (0,58 +/-0,35) a un valor medio después del entrenamiento (0.43+/-0,38). Además, el cambio de la mejor agudeza visual corregida (MAVC) del ojo ambliópico osciló antes de entrenar de 20/400 a 20/25 y de 20/400 a 20/20 después del entrenamiento. La estereoagudeza media tuvo un cambio de 263,3 ± 135,1 antes del entrenamiento dicóptico a 176,7 ±152,4 de arco después del entrenamiento. Ocho pacientes (47,1%) antes del tratamiento dicóptico tenían estereoagudeza inconmensurable con el método



						que venía siendo utilizado luego de este, solo 2 pacientes (11,8%) no lograron la medida.
Waddingham PE, Butler TKH, Cobb	El objetivo de esta serie de casos fue examinar la	Estudio experimental	Estrábica y anisometrópica	Niños de 5 a 7 años a quienes les	Juegos interactivos y videos con I-	La A.V. antes del tratamiento en el ojo ambliópico osciló entre 6/12
SV, Moody ADR, Comaish IF, Haworth SM, et al (2006)	eficacia de I-BiT™ para mejorar la visión en los ojos ambliópicos de seis niños.			haya fallado el tratamiento convencional	BiT™ con presentación de imágenes binoculares en streaming.	y 6/120, todos los pacientes tenían al menos 6/7,5 de visión en su mejor ojo. Nose especificó el nivel de entrada para este estudio piloto, las personas con ambliopía grave fueron sorprendentemente capaces de mirar la pantalla de televisión y jugar sin suprimir el ojo ambliópico. Se evidenció una mejora media general en la A.V. Log MAR de 10 letras, en los pacientes que respondieron al tratamiento con I-BiT™. En general, la visión comenzó a mejorar una hora después del tratamiento y la mejoría global de la visión fue del 42%.



<p>Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, et al (2016)</p>	<p>Comparar la mejora de la A.V. en niños ambliopes tratados binocularmente con juegos en Tablets frente a la aplicación de parches a tiempo parcial.</p>	<p>Ensayo clínico</p>	<p>Anisométrica y estrábica</p>	<p>Niños de 5 a 13 años con ambliopía como resultado de estrabismo, anisometropía o ambos</p>	<p>Juego delPad binocular</p>	<p>Con terapia dicóptica - juego de IPad binocular- la media de A.V. del ojo ambliope mejoró 1.05 líneas, mientras que los pacientes en tratamiento solo con parche recuperaron 1.35 líneas, luego de 16 semanas de tratamiento. En los participantes jóvenes en tratamiento para ambliopía (de 5 a <7 años), la A.V. del ojo ambliópico presentó mejoría en promedio de 2,5 (1,5) líneas en el grupo con terapia binocular en relación a 2,8 (0.8) líneas en los pacientes de parcheo.</p>
<p>Li J, Thompson B, Deng D, Chand LY, Yu M, Hess RF. (2013)</p>	<p>Proporcionar evidencia de mejoría de la supresión del ojo ambliope por medio de estímulos dicópticos produce mayores niveles de plasticidad en relación con el uso forzoso del ojo ambliópico.</p>	<p>Estudio experimental</p>	<p>Ambliopías en general</p>	<p>Adultos con ambliopía en general</p>	<p>Tratamiento dicóptico y terapia monocular tradicional</p>	<p>Los resultados muestran que el tratamiento dicóptico posee efectos mayores que el tratamiento monocular, esto se evidencia en los resultados de la A.V., los dos tratamientos tuvieron un efecto positivo en la A.V., pero el dicóptico condujo a unas mejoras mayores (A.V. = 12.4) y significativas con respecto al tratamiento monocular (A.V. = 2.5). Para el caso de la estereopsis, el tratamiento</p>

						monocular no tuvo un efecto con valor significativo, como si lo tuvo el dicóptico, de esta manera el efecto de la reducción de la supresión es mayor que en el tratamiento monocular (mayor a factor de 4). Cuando se cruzaron los pacientes que habían estado con tratamiento monocular al tratamiento dicóptico, se produjo una mayor reducción de la supresión (A.V. = 13,1).
Li, SL, Reynaud, A., Hess, RF, Wang, YZ, Jost, RM, Morale, SE, De Lapotencialmente Cruz, A., más atractivo Dao, L., parapotenciar Stager, D., Jr y una experiencia Birch, EE. 2015	Investigar la eficacia de un método de película potencialmente más atractivo para potenciar una experiencia binocular con contraste equilibrado a través de la estimulación dicóptica complementaria	Estudio experimental de cohorte prospectivo	Ambliopías en general	Niños ambliópicos de 4 a 10 años de edad	Visualización de películas dicópticas en pantalla 3D pasiva	Se encontraron cambios en la agudeza visual que era mediada por el ojo ambliope, en dos semanas se observó una mejora de 2 líneas pasando de un logaritmo de resolución desde la línea base de $0,72 \pm 0,08$ a $0,52 \pm 0,09$. Los cambios en la estereoa agudeza o la supresión interocular no llegaron a ser significativos.
Herbison, N., Cobb, S., Gregson, R. et al. 2013	Informar el efecto del tratamiento binocular interactivo basado en comput	Estudio experimental	Ambliopía estrábica, anisométrica o mixta	10 niños con ambliopía estrábica, anisométrica o mixta, con una edad	Tratamiento binocular de tipo interactivo usando un computador (I-BiT) para	Por el número de pacientes, 9 de los 10 niños completaron el ciclo presentando una mejora de 0,18, además, 6 de los 9



	adora en la agudeza visual de niños con ambliopías.			promedio de 5,4 años	la ambliopía, que utiliza "lentes obturadores" 3D disponibles comercialmente	tuvieron una mejora clínicamente significativa de 0,125 unidades.
Kelly KR, Jost RM, Wang YZ col. 2018	Evaluación de los resultados binoculares (estereoagudeza, supresión) en niños que han recibido tratamiento binocular para la ambliopía infantil.	Estudio experimental	Ambliopía estrábica, anisométrica y mixta	Niños ambliópicos (estrábica, anisométrica y mixta) entre 4 y 10 años	Tratamiento binocular con juegos, videos y películas.	Se encontraron cambios en la A.V. del ojo ambliope, la estereoagudeza, extensión y profundidad de la supresión, en dos semanas presentaron una reducción del 87%, la profundidad de supresión se redujo más en los niños menores de 8 años.
Alcalde, N.G; Barraza, J.F; Colombo E.M 2018 (17)	medición de mejora de los tratamientos.	Revisión bibliográfica	Ambliopías en general	Todas las personas que han estado en estudio para tratamiento de ambliopías	Revisión de los diferentes tratamientos presentados	Las personas que padecen ambliopía pueden llegar a recuperarse, incluso al haber terminado el periodo neuronal, si se enfocan en tratamientos binoculares que contengan los dos ojos, por otro lado, sugieren que se tenga en cuenta el ojo no ambliope y cómo este puede afectar los tratamientos. Además, encontraron que las pruebas con las que se mide el grado de supresión y la estereopsis no son objetivas ni llegan a ser precisas.
Zarzuolo, N 2016	Revisión bibliográfica sobre la evolución del aprendizaje perceptivo y	Revisión bibliográfica	Ambliopías en general	Niños y adultos con ambliopías	Se evaluaron videojuegos, terapia pasiva, terapia activa y tratamientos convencionales	Con el uso del aprendizaje perceptivo se mejoran las capacidades visuales en adultos y niños, evidenciando mejoras hasta en el



	los videojuegos utilizados en el tratamiento de la ambliopía				es	68% de los participantes y, además, se usa como terapia de complemento a la terapia tradicional. Los dos ojos deben trabajar de manera cooperativa para que se logre el restablecimiento de la visión binocular
ao J , LunaH , Qu X. 2020	Y Comparar la agudeza visual del ojo ambliope y la mejora de la binocularidad de un juego binocular con el parche a tiempo parcial en el tratamiento de niños chinos con ambliopía anisométrica	Ensayo clínico aleatorizado	Ambliopía anisométrica	Niños de 3 a 13 años con ambliopía anisométrica	Grupos de tratamientos binoculares, grupos con terapia de Parcheo y grupos con las dos terapias.	A los 3 meses la A.V. del ojo ambliope mejoró 0,18 logaritmo en el grupo con tratamiento binocular, 0,26 en el grupo de parcheo y 0,30 en el grupo combinado. Por último, la estereoaagudeza dinámica mejoró en el grupo combinado significativamente.
Singh A, Sharma P, Saxena R. 2017	Evaluar el papel de los videojuegos monoculares como cooperador y ayudante de la terapia de oclusión en el tratamiento de la ambliopía anisométrica	Estudio experimental prospectivo aleatorizado	Ambliopía anisométrica	Niños entre 6 y 14 años con ambliopía anisométrica, sin manifestar estrabismo y con AV mejor que 6/36 pero peor que 6/12	Un grupo con terapia de videojuegos y oclusión, otro grupo solo con oclusión	En el grupo de videojuegos y oclusión, la AVMC presentó mejoría de $0,61 \pm 0,12$ log MAR a $0,51 \pm 0,14$ log MAR al mes del tratamiento y $0,40 \pm 0,15$ los 3 meses. En el grupo de solo oclusión, la AVMC se evidencian mejoras de $0,65 \pm 0,09$ log MAR al inicio del estudio a $0,60 \pm 0,10$ log MAR al mes y $0,48 \pm 0,10$ log MAR) a los 3 meses. Presencia de mejora significativamente mayor en el grupo de videojuegos y oclusión comparado con el grupo que tuvo tratamiento únicamente de

							oclusión.
Subh ash Dadeya & Sonal Dangda 2016	Investiga r el papel de los videojuegos que se usan en televisión para el tratamien to de la ambliopía infantil.	Estudio prospectivo, aleatorizado intervencion ista	Ambliopía unilateral	Niño s de 4 a 7 años de edad con ambliopía unilateral que asistían a clínic a deestrabismo	Un grupo con terapia de parcheo a tiempo completo al otro grupo a tiempo completo de video juegos de acción	En el grupo de parcheo completo más videojuegos y se evidenciaron mayores mejoras de la agudeza visual mejor corregida con un cambio de $0,89 \pm 0,16$ a $0,46 \pm 0,22$ Log MAR; sin embargo, en el grupo de solo parcheo se establecieron mejoras de $0,84 \pm 0,19$ a $0,55 \pm 0,21$ Log MAR.	
Vedamurthy I, Nahum M, Huang SJ, et al. 2015.	Evaluación de la eficacia de un nuevo videojuego del ac ción dicóptico que combina los tres enfoques (aprendiz aje perceptual, juego de videojuegos y entrenamiento dicóptico)	Estudio experimental	Ambliopía unilateral, anisométr pic a estrábica	Adultos con ambliopía y unilateral	Un grupo de con tratamiento de videojuego de acción dicóptico, un grupo con tratamiento De ver películas, pero con unojo parcheado	Para el grupo de juegos, la A.V. mejoró en promedio 0,14 log MAR tanto en pacientes anisométric os como en estrábicos. Por otro lado, los pacientes tratados con películas, mejoraron de manera similar, demostrando el impacto de la oclusión ocular supervisada en adultos, a diferencia de lo que se pensaba. Finalmente, la	



						estereoagudeza, velocidad de lectura, sensibilidad y contraste aumentó más en el grupo de videojuegos que en el de películas.
Li RW, Ngo C, Nguyen J, Levi DM 2011	Análisis de la plasticidad en el sistema visual de adultos que presentan ambliopía por parte de los videojuegos.	Estudio experimental	Ambliopías en general	Adultos con ambliopías en enfermedad ocular manifiesta onistagmo	Videojuegos de acción, videojuego de no acción y mixto	En los grupos en los que se implementaron video juegos de acción y no acción se encontraron mejorías en agudeza visual (33%), agudeza posicional (16%), atención espacial (37%) y estereopsis (54%).
Li, R., Ngo, C. y Levi, D.2015 (24)	Evaluar si los videojuegos alteran también el procesamiento temporal en el ojo ambliópico	Estudio experimental	Ambliopía en general	Adultos con ambliopías en general	Juego dinámico de videojuegos con técnica de presentación visual rápida.	Se halló una reducción del 40% del parpadeo de atención a través del ojo ambliópico, lo que causó que esta mejora de rendimiento se transfiriera al ojo sano que no se encontraba entrenado.
Hussain Zahra, Astle Andrew T., Webb Ben S., McGraw Paul V.2014	Combinación de aprendizaje perceptivo y terapia de videojuegos.	Estudio experimental	Ambliopía en general	Niños con edad media de 9,3 y adultos con edad media de 41 años	Desarrollo de un videojuego que combine el aprendizaje perceptivo con los beneficios de la terapia de juegos	Los umbrales de contraste del juego funcionaron para los adultos, pero no tuvieron significancia en los niños, pero la agudeza visual log MAR mejoró significativamente para los dos grupos en promedio 1,3 líneas



Abich, J, Parker J, Murphy, J, Morgan E.2021	haciendo uso de la realidad virtual	Revisión bibliográfica	Ambliopía en pacientes general	Revisión de pacientes que han sido tratados con realidad virtual	de capacitación es de realidad virtual usando juegos, voces, comandos de voz y gestos e interacciones	La terapia de realidad virtual mejora el rendimiento psicomotor, la adquisición de conocimientos y la capacidad espacial.
--	-------------------------------------	------------------------	--------------------------------	--	---	---

Los videojuegos dicópticos, son más eficiente binocularmente en el manejo de la ambliopía (27). De esta manera se consigue superiores resultados en los adultos a comparación de la oclusión ya que estos conservan menor plasticidad neuronal y la realidad virtual procede sobre la corteza visual trabajando sobre las células corticales sacando al ojo ambliope de la supresión activa tónica por los neurotransmisores GABA del ojo fijador, a discrepancia que, en niños, en que el tratamiento convencional es más eficaz, antes del periodo crítico puesto que estos poseen suficiente plasticidad neuronal para estimular el ojo ambliope solo con la terapia de oclusión, sin embargo la terapia con realidad virtual en paralelo refleja mejores resultados (28).

Discusión

Los estudios rastreados mostraron que al comparar la agudeza visual del ojo ambliope y los efectos positivos que se dan al utilizar los juegos de video binoculares y terapia de oclusión de manera parcial en menores con ambliopía anisométrica. El ojo ambliope mejoró 0,18 log MAR en los que se usó sólo terapia binocular, 0,26 log MAR y únicamente terapia de oclusión a 0,30 log MAR en terapia combinada (28).



Esto quiere decir que los métodos dicópticos pueden constituirse en la mejor forma de implementar la biocularidad y puede ser utilizada con más frecuencia puesto que los hallazgos acá encontrados en revisiones de artículos evidencian el aumento en la efectividad del resultado esperado en terapias antipresivas, por tanto, se podría determinar que la mayor efectividad para este tratamiento de terapia visual es la combinación de lo dicóptico y lo oclusivo. Por lo anterior expuesto es recomendable emplear más los métodos dicópticos y utilizarlos en cada paciente de terapia visual (29).

En ese sentido el tratamiento visual dicóptico es un campo que se orienta al aprendizaje perceptivo, que, con base en la repetición sistémica, genera aprendizajes y desarrollos del área cortical V1. Este tipo de terapia hace que se generen acciones mutuas sensoriales y motoras lo que hace que el cerebro reajuste las vías neuronales; algunos de los antecedentes indicaban que el utilizar los juegos de video como tratamiento, potencializa las capacidades visuales en personas jóvenes y adultas (30).

Conclusiones

- La terapia visual dicóptica obtiene mayor efectividad al ser combinada con la terapia de oclusión.



- La terapia visual dicóptica también puede dar buenos resultados cuando es utilizada en adultos.
- El éxito de la terapia visual dicóptica está determinada por la constancia, la aplicación de la técnica correcta y la supervisión de un profesional.
- El tratamiento visual dicóptico tiene efectividad tanto en ambliopías anisométricas como estrábicas.
- El tratamiento visual dicóptico tiene efectividad desde las primeras semanas de su aplicación.

Recomendaciones

- Diseñar mayor variedad de juegos aptos para aplicar en esta técnica, con el objetivo de buscar un mayor compromiso y afinidad a la terapia dicóptica
- Desde la academia motivar a los profesionales a una mayor utilización del método dicóptico por su efectividad
- Se deberían realizar más estudios experimentales en adultos con ambliopía buscando su rehabilitación mediante los métodos dicópticos

Limitaciones

- Comúnmente no se busca la rehabilitación para ambliopía en adultos
- Para una eficaz rehabilitación se necesita la total concentración y disposición del paciente junto con un acompañamiento permanente



- No hay total compromiso del paciente para la realización de la terapia, por lo que se requiere más esfuerzos del terapeuta para enganchar al paciente a la terapia



Referencias bibliográficas

(1) Guo, CX, Babu, RJ, Black. Tratamiento binocular de la ambliopía mediante videojuegos (BRAVO): protocolo de estudio para un ensayo controlado aleatorizado, Guo et al. *Trials* (2016) 17:504 DOI 10.1186/s13063-016-1635-3

(2) Li RW, Ngo C, Nguyen J, Levi DM (2011) Video-Game Play Induces Plasticity in the Visual System of Adults with Amblyopia. *PLoS Biol* 9(8): e1001135. doi:10.1371/journal.pbio.1001135.

(3) Jinrong-li, Roberto F. Hess, Lily YL Chan, Daming Deng, Xiao Yang, Xian Chen, Minbin Yu, benjamin Thompson. Medición cuantitativa de la supresión interocular en la ambliopía anisométrica: un estudio de casos y controles. *Oftalmología*. 2013. 120 (8): 1672-80

(4) Kelly KR, Jost RM, Wang YZ y col. Improved Binocular Outcomes Following Binocular Treatment for Childhood Amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018;59(3):1221-1228 <https://doi.org/10.1167/iovs.17-23235>

(5) Eileen E. Birch, PhDa,b, Reed M. Jost, MSa, Angie De La Cruz, BSa, Krista R. Kelly, PhDa, Cynthia L. Beauchamp, MDc, Lori Dao, MDc, David Stager Jr, MDd, Joel N. Leffler, MDe. Binocular amblyopia treatment with contrast-rebalanced movies. *JAAPOS*. 2019 junio;23

(6) Simone L. Li, PhDa, Alexandre Reynaud, PhDb, Robert F. Hess, PhDb, Yi-Zhong Wang, PhDa,c, Reed M. Jost, MSa, Sarah E. Morale, BSa, Angie De La Cruz, BSa, Lori Dao, MDd, David Stager Jr, MDd, and Eileen E. Birch, PhD. Dichoptic movie viewing treats childhood amblyopia. *J AAPOS*. 2015 October ; 19(5): 401–405. doi:10.1016/j.jaapos.2015.08.003.

(7) Lapajne L, Roškar S, Tekavčič Pompe M, Svetina M, Jarc-Vidmar M, Hawlina M. Entrenamiento visual con biorretroalimentación VEP en ambliopía después del período crítico.. *Doctor Oftalmol*. 2020 diciembre; 141 (3): 269-278. doi: 10.1007/s10633-020-09774-z.



(8) Ahmad, Syed Shoeb. Therapy for Amblyopia: A newer perspective. Taiwan J Ophthalmol. 2017. 8: 53-55. 10.4103/tjo.tjo

(9) Leal Vega L, Piñero DP, Hernández Rodríguez CJ, Molina Martín A, Morales-Quezada L, Valledado Álvarez AI, Arenillas Lara JF, Coco Martín MB. BMC. Study protocol for a randomized controlled trial of the NEIVATECH virtual reality system to improve visual function in children with anisometropic amblyopia. Ophthalmol. 2022 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12886-022-02466-z>

(10) Courtney L. Kraus , susan m culican. New advances in amblyopia therapy I: Binocular therapies and pharmacologic augmentation. Ophthalmol 2018;102:1492–1496. 10.1136/bjophthalmol-2018-312172

(11) Hess RF, Mansouri B, Thompson B. Un nuevo enfoque binocular para el tratamiento de la ambliopía en adultos mucho más allá del período crítico del desarrollo visual. Restaurar Neurol Neurosci. 2010; 28(6): 793-802. 10.3233/RNN-2010-0550

(12) Gutierrez-Martinez J, Mercado-Gutierrez JA, Carvajal-Gámez BE, Rosas-Trigueros JL and Contreras-Martinez AE (2021) Artificial Intelligence Algorithms in Visual Evoked Potential-Based Brain-Computer Interfaces for Motor Rehabilitation Applications: Systematic Review and Future Directions. Front. Hum. Neurosci. 15:772837. doi: 10.3389/fnhum.2021.772837

(13) Jeon, Brian B. Fuchs, Thomas Chase, Steven M. Kuhlman, Sandra J. Visual experience has opposing influences on the quality of stimulus representation in adult primary visual cortex. eLife. 2022 11. 1-18. DOI: <https://doi.org/10.7554/eLife.80361>

(14) Grupo de investigadores de enfermedades oculares pediátricas; Holmes JM, Manny RE, Lazar EL, Birch EE, Kelly KR, Summers AI, Martinson SR, Raghuram A, Colburn JD, Law C, Marsh JD, Bitner DP, Kraker RT, Wallace DK. A Randomized Trial of Binocular Dig Rush



Game Treatment for Amblyopia in Children Aged 7 to 12 Years of Age. *Oftalmología*. 2019 marzo; 126 (3): 456-466. doi: 10.1016/j.optha.2018.10.032.

(15) Li J, Thompson B, Deng D, Chan LY, Yu M, Hess RF. Dichoptic training enablesthe adult amblyopic brain to learn. *Curr Biol*. 2013. 23(8). 10.1016/j.cub.2013.01.059

(16) Tomoya handa, Hitoshi Ishikawa, Nobuyuki Shoji, Tetsuya Ikeda, satoru totuka, Toshiaki Goseki, kimiya shimizu. iPad modificado para el tratamiento de la ambliopía: un estudio preliminar. *JAAPOS*. 2015. 19(6): 552-4. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2015.08.008>

(17) Ballesteros - Sánchez, A. Nuevas técnicas y avances en el tratamiento de la ambliopía en niños. (Trabajo Fin de Grado Inédito). 2019. Universidad de Sevilla. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/91739/BALLESTEROS_SÁNCHEZ%2C_ANTONIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

(18) Díaz Y, Díaz NJ. Tratamiento binocular de la ambliopía basado en la realidad virtual. *Rev Cubana Oftalmol* 2016. 29(4). 674-687. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21762016000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

(19) Žiak P, Holm A, Halicka J, Mojžiš P, Piñero DP. Amblyopia treatment of adults with dichoptic training using the virtual reality oculus rift head mounted display: Preliminary results. *BMC Ophthalmol*. 2018. 17(1): 1-8. 10.1186/s12886-017-0501-8

(20) Waddingham PE, Butler TKH, Cobb SV, Moody ADR, Comaish IF, Haworth SM, et al. Preliminary results of the use of the novel interactive binocular treatment system. (I-BiT), in the treatment of strabismic and anisometropic amblyopia; *Eye*. 2006. 20(3): 375-378. doi:10.1038/sj.eye.6701883



(21) Kelly KR, Jost RM, Dao L, Beauchamp CL, Leffler JN, Birch EE. Binocular iPad Game vs Patching for Treatment of Amblyopia in Children. *Ophthalmol.* 2017. 176(5): 139-148. 10.1001/jamaophthalmol.2016.4224.Binocular

(22) Holmes JM, Manh VM, Lazar EL, Beck RW, Birch EE, Kraker RT, Crouch ER, Erzurum SA, Khuddus N, Summers AI, Wallace DKm. A Randomized Trial Of A Binocular iPad Game Versus Part-Time Patching In Children 5 To 12 Years Of Age With Amblyopia. 2011. 129(11):1451-1457. 10.1001/jamaophthalmol.2016.4262.A

(23) Iwata Y, Handa T, Ishikawa H, Goseki T, Shoji N. Curr. Evaluation of the Effects of the Occlu-Pad for the Management of Anisometropic Amblyopia in Children. *Curr Eye Res.* 2018. 43(6):785-787. doi: 10.1080/02713683.2018.1439066.

(24) Handa T, Thakkar H, Ramakrishnan M, Shah K, Prajapati V, Sayed S, et al. Comparison of the effectiveness of amblyopia treatment with eye-patch and binocular Occlu-tab for the same treatment duration. *Indian J Ophthalmol* 2022; 70:1722-6. 10.4103/ijo.IJO_1733_21

(25) Leet MP, Bear MF, Gaier ED. [M](#) Metaplasticity: a key to visual recovery from amblyopia in adulthood? *Curr Opin Ophthalmol.* 2022. 33(6): 512-518. 10.1097/ICU.0000000000000901

(26) Herbison N, MacKeith D, Vivian A, Purdy J, Fakis A, Ash IM, Cobb SV, Eastgate RM, Haworth SM, Gregson RM, Foss AJ. Br J. Randomised controlled trial of video clips and interactive games to improve vision in children with amblyopia using the I-BiT system. *British Journal of Ophthalmology.* 2016. 100 (11): 1511-1516. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307798.

(27) Tailor, V., Ludden, S., Bossi, M., Bunce, C., Greenwood, J. A., & Dahlmann-Noor, A. Binocular versus standard occlusion or blurring treatment for unilateral amblyopia in



children aged three to eight years. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2022. 10.1002/14651858.CD011347.pub3

(28) Kelly KR, Jost RM, Wang YZ y col. Improved Binocular Outcomes Following Binocular Treatment for Childhood Amblyopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2018; 59 (3): 1221-1228. doi: 10.1167 / iovs.17-23235

(29) Li L, Xue H, Lai T, Xue Y, Luo G. Comparison of compliance among patients with pediatric amblyopia undergoing virtual reality-based and traditional patching method training. Frontiers in Public Health 2022; 10: 1-11. doi: 10.3389/fpubh.2022.1037412

(30) Papageorgiou E, Asproudis I, Maconachie G, Tsironi EE, Gottlob I. The treatment of amblyopia: current practice and emerging trends. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2019 junio; 257 (6): 1061-1078. doi: 10.1007/s00417-019-04254-w.