



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE OPTOMETRÍA**

**TESIS**

**EFFECTO DEL USO DE VIDEOJUEGOS COMO ELEMENTO DE LA  
TERAPIA VISUAL EN EL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA  
ANISOMETRÓPICA EN PACIENTES DE 15-30 AÑOS DE EDAD**

**PRESENTA**

**Erick Omar Morales Pérez**

**PARA OBTENER EL GRADO DE**

**MAESTRO EN REHABILITACIÓN VISUAL**

**TUTOR**

**MCO Jaime Bernal Escalante**

**COTUTOR**

**MCO Rafael García Guerrero**

**Aguascalientes, Ags., Junio 2015**



UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE AGUASCALIENTES

**DR. RAUL FRANCO DIAZ DE LEON**  
**DECANO (A) DEL CENTRO DE CIENCIAS**  
**DE LA SALUD**  
**P R E S E N T E**

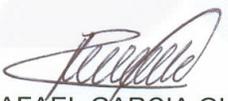
Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **ERICK OMAR MORALES PÉREZ** con ID 170810 quien realizó la tesis titulada: **“EFECTO DEL USO DE VIDEOJUEGOS COMO ELEMENTO DE LA TERAPIA VISUAL EN EL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA ANISOMETRÓPICA EN PACIENTES DE 15-30 AÑOS DE EDAD”**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**“Se Lumen Proferre”**

Aguascalientes, Ags., a 11 de junio de 2015.

  
**MCO JAIME BERNAL ESCALANTE**  
Tutor de tesis

  
**MCO RAFAEL GARCIA GUERRERO**  
Co- tutor

c.c.p.- Interesado  
c.c.p.- Secretaría de Investigación y Posgrado  
c.c.p.- Jefatura del Depto. de Optometría  
c.c.p.- Consejero Académico  
c.c.p.- Minuta Secretario Técnico



**DICTAMEN DE REVISIÓN DE LA TESIS / TRABAJO PRÁCTICO**

DATOS DEL ESTUDIANTE	
NOMBRE: ERICK OMAR MORALES PÉREZ	ID 170810
PROGRAMA: MAESTRIA EN REHABILITACION VISUAL	ÁREA: OPTOMETRIA
TUTOR/TUORES: MCO JAIME BERNAL ESCALANTE MCO RAFAEL GARCIA GUERRRERO	
TESIS ( X )	TRABAJO PRÁCTICO ( )
OBJETIVO: Comparar en pacientes ambliopes anisométricos de entre 15 y 30 años de edad los resultados del tratamiento para la ambliopía anisométrica utilizando videojuegos como parte de la terapia visual con los resultados de los tratamientos convencionalmente empleados.	
DICTAMEN	
CUMPLE CON CRÉDITOS ACADÉMICOS:	( X )
CONGRUENCIAS CON LAS LGAC DEL PROGRAMA:	( X )
CONGRUENCIA CON LOS CUERPOS ACADÉMICOS:	( X )
CUMPLE CON LAS NORMAS OPERATIVAS:	( X )
CONINCIDENCIA DEL OBJETIVO CON EL REGISTRO:	( X )

Aguascalientes, Ags. a 16 de JUNIO de 2015

MCO RAFAEL GARCIA GUERRERO  
CONSEJERO ACADÉMICO DEL ÁREA

**FIRMAS**

MCO ELIZABETH CASILLAS CASILLAS  
SECRETARIO TÉCNICO DEL POSGRADO

DR. LUIS FERNANDO BARBA GALLARDO  
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO

Código: FO-040200-23  
Revisión: 00  
Emisión: 21/02/11



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

ERICK OMAR MORALES PÉREZ  
MAESTRIA EN REHABILITACION VISUAL  
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que ha cumplido con el requisito de participación como ponente en un congreso y su trabajo de tesis titulado:

**“EFECTO DEL USO DE VIDEOJUEGOS COMO ELEMENTO DE LA TERAPIA VISUAL EN EL TRATAMIENTO DE LA AMBLIOPÍA ANISOMETRÓPICA EN PACIENTES DE 15-30 AÑOS DE EDAD”**

Los requisitos para su titulación han sido revisados y aprobados por su tutor y el Consejo Académico, se autoriza continuar con los trámites para obtener el grado de **Maestría en Rehabilitación Visual**.

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**“SE LUMEN PROFERRE”**  
Aguascalientes, Ags., 17 de junio del 2015

**DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

ccp. C.P. Maria Esther Rangel Jimenez / Jefa DEL Departamanto de Control Escolar.  
ccp. Mtra Guadalupe Valdes Reyes / Jefa del Departamanto de Apoyo al Posgrado.  
ccp. MCO Jaime Bernal Escalante / Tutor de trabajo de tesis.  
ccp. Archivo

## **AGRADECIMIENTOS**

### *En lo Profesional*

A quienes me enseñaron a dar siempre más de lo que creo poder, quienes me apoyaron y apostaron por mi... Profesora Luz María Vega, L.O. Alfredo Domínguez, Profesora Norma Sandoval.

A mi tutor Jaime y a la Profesora Elizabeth por la paciencia y enseñanza que aportaron a mi proceso formativo. A mis compañeros y amigos.

### *En lo personal*

A mi familia, por siempre estar presente, por darme todo y no dejarme caer. A Cc (César) por el impulso y apoyo, a no claudicar y demostrarme que puedo.

**DEDICATORIAS**

A mi gran soporte, tanto en mi vida personal como profesional... a mi mami Vicky.



## ÍNDICE GENERAL

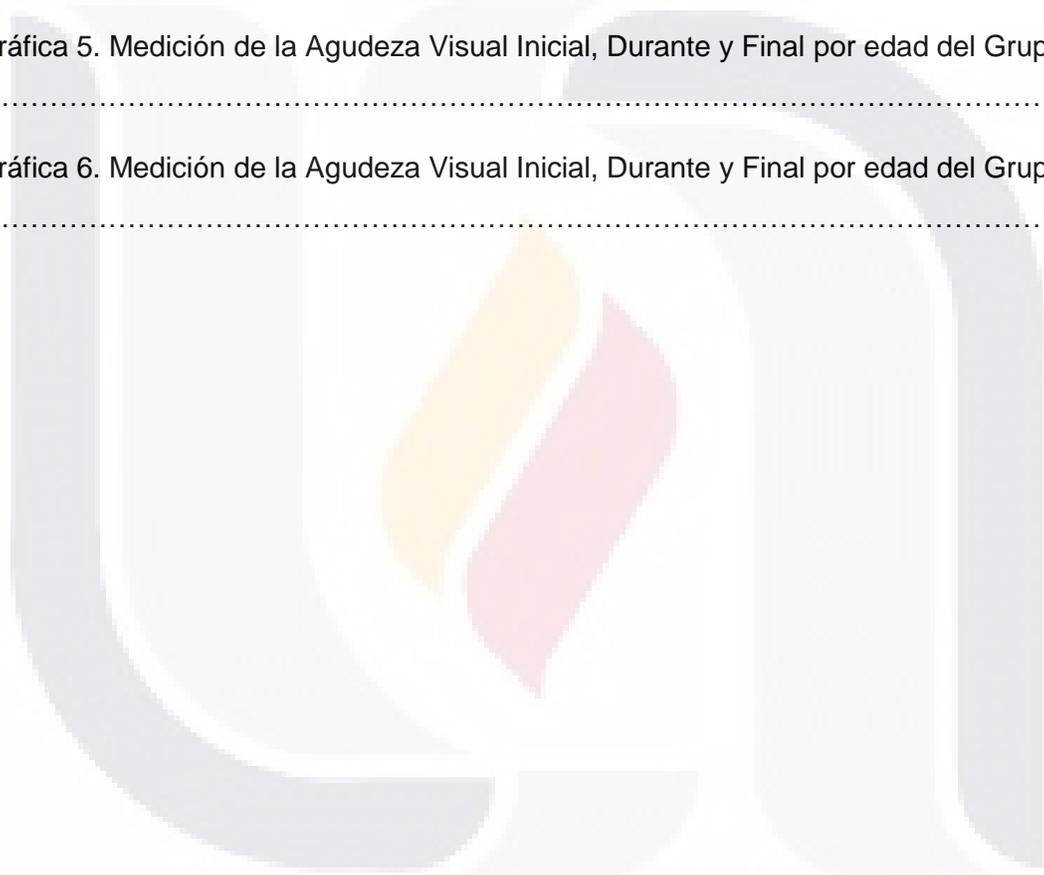
Introducción .....	1
I. Planteamiento del problema .....	3
II. Justificación .....	6
III. Marco Teórico.....	7
IV. Hipótesis y Variables.....	44
V. Objetivos.....	45
VI. Diseño Metodológico.....	46
VII. Resultados .....	55
VIII. Discusión.....	66
Conclusiones.....	68
Glosario.....	69
Bibliografía.....	71
Anexo A .....	74
Anexo B .....	75
Anexo C .....	76
Anexo D .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de cada una de las etapas de Terapia Visual .....	18
Tabla 2. Plan de Terapia Visual. ....	48
Tabla 3. Plan de Incorporación de Videojuegos. ....	50
Tabla 4. Agudeza Visual del Ojo ambliope del Grupo 1 .....	56
Tabla 5. Agudeza Visual del Ojo ambliope del Grupo .....	57
Tabla 6. Medidas de Tendencia central de la AV Inicial de los dos grupos.....	59
Tabla 7. Medidas de Tendencia central de la AV Intermedia de los dos grupos .....	60
Tabla 8. . Medidas de Tendencia central de la AV Final de los dos grupos.....	61
Tabla 9. Estadísticas y correlaciones de AV iniciales y finales del grupo 1.....	62
Tabla 10. Prueba t de student que muestra la significancia estadística entre la agudeza visual final respecto a la inicial del grupo1.....	62
Tabla 11. Estadísticas y correlaciones de AV iniciales y finales del grupo 2.....	63
Tabla 12. Prueba t de student que muestra la significancia estadística entre la agudeza visual final respecto a la inicial del grupo 2.....	63
Tabla 13. Estadísticas y correlaciones de AV finales de grupo 1 y el grupo 2.....	64
Tabla 14. Prueba t de student que muestra la significancia estadística entre la agudeza visual final del grupo 1 respecto a la agudeza visual final del grupo 2.....	64

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución de la muestra de acuerdo al sexo.....	55
Gráfica 2. Distribución de la muestra de acuerdo a la edad.....	55
Gráfica 3. Medición de la Agudeza Visual Inicial, Durante y Final del Grupo 1.....	56
Gráfica 4. Medición de la Agudeza Visual Inicial, Durante y Final del Grupo 2.....	57
Gráfica 5. Medición de la Agudeza Visual Inicial, Durante y Final por edad del Grupo 1.....	58
Gráfica 6. Medición de la Agudeza Visual Inicial, Durante y Final por edad del Grupo 2.....	58



## ACRÓNIMOS

**AV:** Agudeza Visual

**CGL:** Cuerpo Geniculado Lateral

**CO:** Citocromoxidasa

**Cpm:** ciclos por minuto

**EMt:** Estimulación Magnética transcraneal

**MT:** Área Medio Temporal

**TE:** Área Temporal

**TEO:** Área InferoTemporal



## RESUMEN

El conocimiento de las bases neurológicas funcionales y disfuncionales facilitan la comprensión de los cambios, lo cual ha permitido desarrollar procedimientos efectivos de rehabilitación.<sup>20</sup> La ambliopía, vista desde el desarrollo, se comporta clínicamente diferente según el momento de la agresión y el tiempo que esta se mantuvo. Las funciones visuales y la sensibilidad del sistema tienen períodos críticos variables dependiendo del nivel de procesamiento de la información visual y, por lo tanto, se presentan manifestaciones clínicas correspondientes a cada una de estas etapas del desarrollo.<sup>15</sup>

Los mecanismos por lo que se llevan a cabo los fenómenos de plasticidad son histológicos, bioquímicos y fisiológicos, tras los cuales el sujeto va experimentando una mejoría funcional clínica, observándose una recuperación paulatina de las funciones perdidas.<sup>20</sup>

La ambliopía incluye la pérdida de visión espacial, con reducción en tareas de agudeza e hiperagudeza (Levi y Klein, 1982), reducción en sensibilidad al contraste (Hess y Howell, 1977).<sup>21</sup>

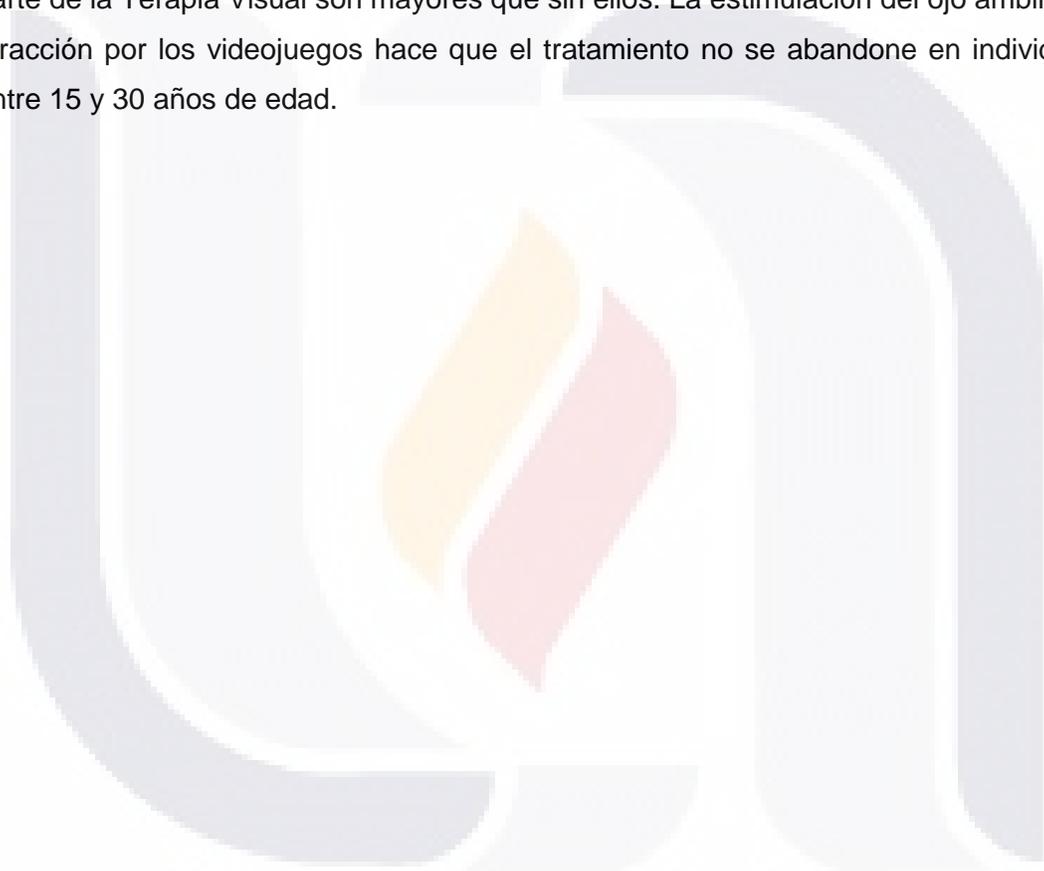
Este trabajo presenta información en donde sujetos son sometidos a tratamientos para mejorar la Agudeza Visual mejorando también habilidades visuales con la estimulación del ojo ambliope utilizando videojuegos como una herramienta más llamativa dentro de la Terapia Visual.

**OBJETIVO:** Se comparó en pacientes ambliopes anisométricos de entre 15 y 30 años de edad los resultados del tratamiento para la ambliopía anisométrica utilizando videojuegos como parte de la terapia visual con los resultados de los tratamientos convencionalmente empleados.

**MATERIALES Y MÉTODOS:** El estudio es de tipo cuasiexperimental analítico, con un tamaño de muestra de 16 sujetos. Se hicieron mediciones de Agudeza Visual Inicial, Durante y al Final a los dos grupos con tratamientos diferentes, las primeras fases del tratamiento fueron las mismas para los dos grupos, el cambio fue al incorporar los videojuegos solo al grupo 2 como una herramienta más de la Terapia Visual.

**RESULTADOS:** Participaron 16 sujetos (10 hombres y 6 mujeres). La mayoría de los pacientes sometidos al tratamiento con ayuda de los videojuegos obtuvo mejores resultados de Agudeza Visual en comparación con los que no usaron videojuegos. La edad es un factor importante para el buen pronóstico de la ambliopía anisométrica, pero el estado refractivo y la Agudeza Visual junto con el tratamiento adecuado será lo que determine que tan bueno sea el pronóstico.

**CONCLUSIONES:** Las mejorías de la Agudeza Visual con el uso de los videojuegos como parte de la Terapia Visual son mayores que sin ellos. La estimulación del ojo ambliope y la atracción por los videojuegos hace que el tratamiento no se abandone en individuos de entre 15 y 30 años de edad.



## ABSTRACT

Knowledge of the functional and dysfunctional neurological basis facilitate understanding of the changes, which has allowed to develop effective rehabilitation procedures.<sup>20</sup> Amblyopia, seen from the development, clinically behaves differently depending on the time of attack and time this remained. Visual functions and system sensitivity variables are critical periods depending processing level of visual information and, therefore, have clinical manifestations corresponding to each of these stages of development.<sup>15</sup>

The mechanisms by which carried out the phenomena of plasticity are histological, biochemical and physiological, after which the subject is undergoing clinical functional improvement, showing a gradual recovery of the lost functions.<sup>20</sup>

Amblyopia includes loss of spatial vision, with reduced sharpness and hyperacuity tasks (Levi and Klein, 1982), reduced contrast sensitivity (Hess and Howell, 1977) .<sup>21</sup>

This work presents information on where subjects are undergoing treatments to improve visual acuity also improved visual skills with stimulation of amblyopic eye using video games as a more striking in Vision Therapy tool.

**OBJECTIVE:** A comparison was made on patients between 15 and 30 years of age the results of treatment for amblyopia anisometropic using video games as part of the visual therapy results were compared conventionally employed treatments in patients.

**MATERIALS AND METHODS:** The study is analytical, quasi-experimental type, with a sample size of 16 subjects. Initial visual acuity measurements were made during and after the two groups with different treatments, the early stages of treatment were the same for both groups, the change was to incorporate video games group 2 only as a tool of Visual therapy.

**RESULTS:** A total of 16 subjects (10 men and 6 women). Most patients undergoing treatment with the help of video games performed better visual acuity compared with those who did not use video games. Age is an important good prognostic factor anisometropic amblyopia, but the refractive status and visual acuity with proper treatment will determine how good prognosis.

CONCLUSIONS: Visual acuity improvements in the use of video games as part of the Visual Therapy are greater than without. Amblyopic eye stimulation and attraction of video games makes treatment not leave in individuals between 15 and 30 years old.



## INTRODUCCIÓN

La ambliopía se define como una reducción de la agudeza visual con corrección de 20/30 o menos en un ojo, o una diferencia de dos líneas entre ambos; en ausencia de patología. Es importante distinguir la ambliopía funcional o simplemente ambliopía, de la ambliopía orgánica, en la que la disminución de la agudeza visual causada por defectos estructurales y no depende de la estimulación recibida. Se produce a consecuencia de diversas lesiones o malformaciones occipitales, atrofia del nervio óptico, etc. Mientras que la ambliopía funcional puede ser revertida con el tratamiento adecuado, la orgánica suele ser irreversible en la mayoría de los casos.<sup>1</sup>

La ambliopía se clasifica principalmente dependiendo de su etiología:

- 1) Estrábica
- 2) Anisométrica
- 3) Isométrica
- 4) Nistagmus congénito
- 5) Privación de estímulo.<sup>2</sup>

La ambliopía anisométrica impide que la imagen se forme nítida en ambas retinas a la vez<sup>1</sup>. Como resultado, en una anisometropía no corregida es más probable que se suprima la imagen foveal del ojo más ametrópico. Esta supresión cortical o inhibición de la señal puede resultar eventualmente en ambliopía si se produce en el momento adecuado del desarrollo.<sup>3</sup>

Teniendo en cuenta que la ambliopía es un padecimiento que si bien se ha estudiado y se han aceptado definiciones y tratamientos, sigue existiendo controversia en cuanto a su origen y la edad máxima para ofrecer un buen pronóstico al paciente.

Aun cuando se han dado a conocer los avances en el tema de los tratamientos de la ambliopía, sin dejar de lado los ya existentes, es importante considerar el factor edad; la mayoría de los autores refieren que solo se pueden ver mejorías antes de los 8 años de edad<sup>4, 10</sup>, lo que en ciertos casos por la falta de atención y educación visual, un mal diagnóstico o un tratamiento sin seguimiento hacen que el objetivo no se cumpla (eliminar

o disminuir la ambliopía). Por otro lado se ha mencionado que aún en el adulto hay cierto grado de plasticidad lo que hace que el tratamiento pueda ofrecerse a personas mayores.<sup>5,6</sup>.



## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente se ha determinado que aún en el adulto existe cierto grado de neuroplasticidad que permite realizar terapias en pacientes con ambliopía obteniendo resultados favorables<sup>7</sup>, lo que implica un gran avance para pacientes que anteriormente han sido sometidos a tratamientos sin éxito, así como también a pacientes nunca antes tratados.

El uso de videojuegos como parte de la terapia visual puede ofrecer a pacientes de diferentes edades un mejor pronóstico para la ambliopía.

Gran parte de la población tiene acceso a la tecnología, computadoras, consolas de videojuegos, dispositivos móviles (celulares, tablets, etc.), por lo que incorporarlos como parte de un tratamiento para estimular, mejorar o incluso desarrollar habilidades (no solo visuales) nos permite ofrecerle a los pacientes una herramienta más que les resulte interesante e impida el abandono del tratamiento.

Desde la década de los 90, vienen publicándose cada vez más investigaciones, dentro del ámbito de la salud, que utilizan los dispositivos electrónicos como herramienta de comunicación. Estas investigaciones, cada vez más extendidas a nivel internacional, empiezan a ser de tipología diversa, abarcando casi todos los ámbitos que puedan estar relacionados con la salud, con mayor o menor fortuna.<sup>13</sup>

### **Naturaleza del problema**

El concepto de ambliopía como un defecto de desarrollo del sistema visual, teniendo por causa un factor ocular, ya no es un concepto nuevo, pero siguen siendo factores determinantes los procedimientos para su reconocimiento y tratamiento.<sup>14</sup>

Al nacer, la capacidad de adaptarse sensorialmente a una situación fisiológica o patológica es máxima (plasticidad) y disminuye con la edad. Un período crítico puede ser definido como aquel en el que algunas propiedades del sistema visual pueden ser alteradas. Hubel & Wiesel (1970) denominaron períodos críticos a los tiempos en los que las células corticales de las columnas de dominancia podían ser alteradas.<sup>15</sup>

La ambliopía no puede interpretarse como un problema meramente ocular puesto que su origen va a situarse en una estimulación deficiente del área cortical responsable de la visión. Estudios en animales han encontrado alteraciones histológicas a nivel del cuerpo geniculado lateral y en la corteza estriada al provocar imagen retiniana distorsionada o estrabismo. Estos estudios neurofisiológicos en animales han permitido identificar dos vías específicas utilizadas para procesar la información visual que surgen de diferentes poblaciones de células ganglionares de la retina provocando la estimulación de dos vías retinocorticales simultáneamente y paralelas de procesado de la información visual.<sup>1</sup>

El conjunto de neuronas del cuerpo geniculado lateral (4ª neurona de la vía visual) se encuentra dividido en células del sistema *parvocelular* (P o pequeñas) y células del sistema *magnocelular* (M o grandes). En la corteza visual los receptores magno y parvo están segregados, si bien existen interconexiones entre ambos necesarias para la correcta interpretación de la información visual. En la corteza estriada la información de las células M viaja predominantemente al área parieto-occipital mientras que la información de las células P llegará a las zonas temporo-occipitales.<sup>1</sup>

El Sistema Parvocelular es más sensible al color, altas frecuencias espaciales, discriminación fina entre dos puntos (detalle) y la estereopsis y proyecta áreas del campo visual central y de la fovea. Por su parte, el Sistema Magnocelular es más sensible al movimiento, la dirección, velocidad, parpadeo y la disparidad y la estereopsis gruesa, proyecta áreas del campo visual periférico y parafoveal. Las células M responden al ¿Dónde? Mientras que las células P determinan el ¿Qué?<sup>1</sup>

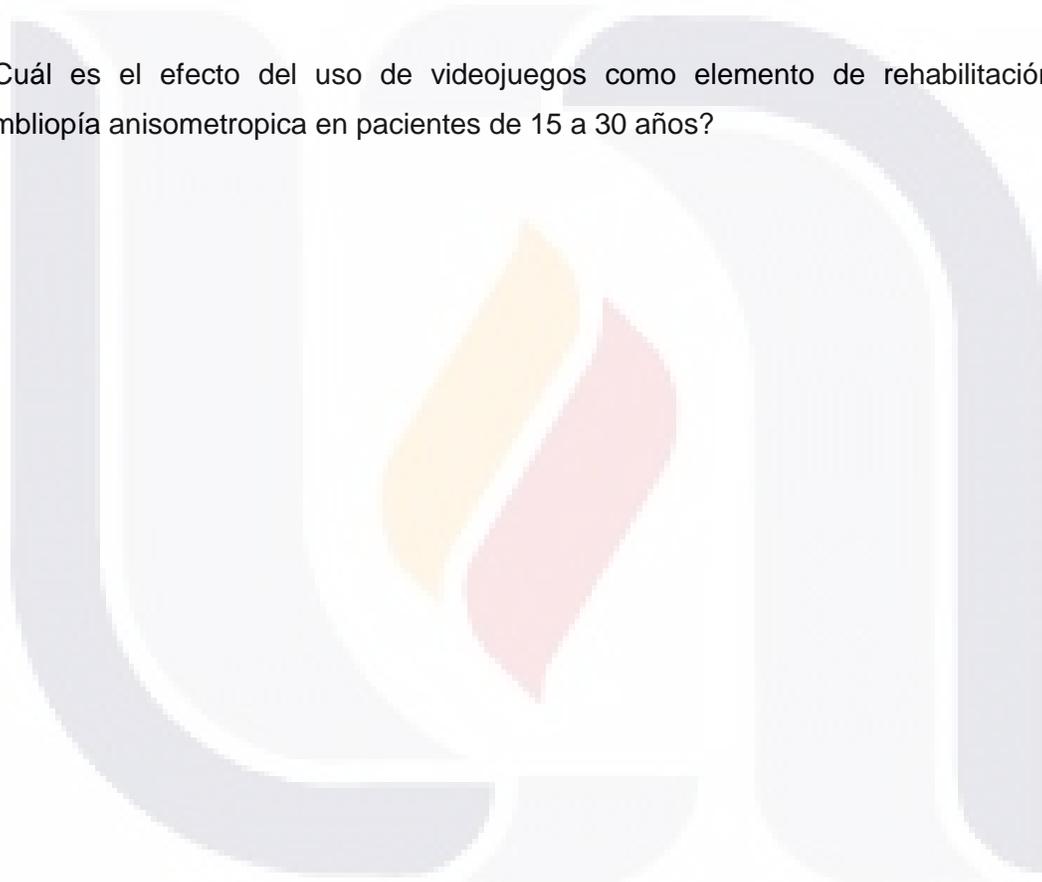
En ambliopía es probable que el desarrollo del Sistema Parvocelular este afectado. El Sistema Magnocelular también puede afectarse en casos de AV muy baja, lo que explicaría las alteraciones motoras que ocurren en condiciones de disociación binocular.<sup>1</sup>

Numerosos experimentos en animales han demostrado que este período de sensibilidad dura desde el nacimiento hasta la pubertad, y los cambios son más dramáticos mientras más temprano suceda la agresión y mayor sea su duración. En animales adultos con daños marcados en sus retinas, se ha encontrado que células corticales que representan el área de la lesión pueden empezar a responder a áreas fuera de la lesión (Wiesel, 1963; Daw, 1976; Cyander, 1980; Shatz, 1988).<sup>15</sup>

Desde el punto de vista del desarrollo de la agudeza visual, podemos decir que hay un período en el cual existe susceptibilidad para desarrollar una ambliopía, un período en el cual puede ser alterada una propiedad, y un período en el cual puede ser recuperada la función que se perdió.<sup>15</sup>

### **Pregunta de Investigación**

¿Cuál es el efecto del uso de videojuegos como elemento de rehabilitación de la ambliopía anisometropica en pacientes de 15 a 30 años?



## II. JUSTIFICACIÓN

Conociendo que “en México la incidencia es de 2% al 5% de la población general, lo que supone de 3 a 4 millones de sujetos ambliopes con incapacidad para desarrollar visión binocular” (Hernández Ordóñez, Amaya Palafox, De la Fuente Torres, 2001) y sabiendo que por abandono o falta de seguimiento en el tratamiento para la ambliopía muchos pacientes llegan a edades adultas sin conocer que existen técnicas para tratar la ambliopía con resultados alentadores, se realizará una comparación de resultados con los tratamientos comúnmente usados siendo estos la corrección visual, prismas, oclusiones, penalización, terapia visual con el uso de videojuegos para aumentar la estimulación foveal del ojo ambliope.

La evidencia clínica sugiere que la plasticidad del sistema visual se mantiene durante períodos sustancialmente más largos que solo durante los primeros años. La habilidad de los pacientes adultos para recuperarse de accidentes cerebro-vasculares es una evidencia más de que el sistema nervioso humano mantiene alguna plasticidad a lo largo de la vida.

Estudios de investigación básicos en gatos muestran que el período plástico, durante el cual el sistema visual puede cambiar todavía, se extiende hasta la edad adulta. (Scheiman 1994).

Así, se brindará a pacientes que antes fueron descartados por el factor edad, una nueva opción de tratamiento reforzando así las conexiones neuronales afectadas en la ambliopía.

### III. MARCO TEÓRICO

La ambliopía se define como la disminución de la Agudeza Visual (AV), monocular o binocular, de al menos 2 líneas de AV Snellen. Es importante distinguir la ambliopía funcional o simplemente ambliopía, de la ambliopía orgánica, en la que la disminución de la AV es causada por defectos estructurales y no depende de la estimulación recibida. Se produce a consecuencia de diversas lesiones o malformaciones occipitales, atrofia del nervio óptico, etc. Mientras que la ambliopía funcional puede ser revertida con el tratamiento adecuado, la orgánica suele ser irreversible en la mayoría de los casos.<sup>1</sup>

La ambliopía afecta al 1-5% de la población, siendo la primera causa de disminución de la AV en niños.<sup>1</sup>

El sistema visual humano principal o vía aferente, está formado por retinas, nervios ópticos, quiasma, cintillas ópticas, cuerpos geniculados laterales, radiaciones geniculocalcarinas, cortezas calcarinas, áreas visuales de asociación, y conexiones interhemisféricas relacionadas. Este sistema recibe el nombre de vía retino-geniculo-cortical que comprende dos tractos: Vía retinotalámica (pregeniculada) y vía geniculocortical (postgeniculada). Los axones de las células ganglionares van a proyectarse a diversos núcleos centrales, formando la vía retinohipotalámica, la vía retinotectal, la vía retinocolicular y la vía retino-geniculo-cortical. Esta última vía es la que realiza el procesamiento de las señales visuales con origen en la retina, que después serán procesadas en el cuerpo geniculado lateral, y por fin, en la corteza visual.

A partir del CGL, se canalizan los dos sistemas M y P por los axones que forman las radiaciones ópticas y que haciendo un arco por el lóbulo temporal alcanzan caudalmente el lóbulo occipital, y forman el asa de Meyer. Los axones de las células ganglionares se dirigen hacia atrás formando el nervio óptico, que después de atravesar el quiasma será ya la cintilla óptica, dado que sus fibras ya no pertenecen a un único ojo sino a los dos. Esta termina y, por tanto, las fibras efectúan sinapsis, en el cuerpo geniculado lateral, que forma parte del tálamo óptico. Las fibras de cada hemirretina nasal se cruzan en el quiasma óptico.

En la vía geniculocortical, las radiaciones ópticas proyectan el área visual primaria o área 17 de Brodmann o corteza estriada, debido a que contiene una capa fibrosa, la estría de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Gennari, donde existe una representación de la retina ordenada con arreglo a las proyecciones de los axones de CGL. Las fibras que conducen señales procedentes de la fovea tienen una amplia representación en la corteza, a ambos lados de la cisura calcarina.

Los axones de las células piramidales del área 17 (V1) van a proyectar a la corteza preestriada o áreas 18 y 19 de Brodmann (V2, V3, V4 y V5) zonas corticales que juegan un papel esencial de codificación del mensaje visual. Las equivalencias de la nomenclatura de Brodmann son las siguientes: área 17 o V1, área 18 que comprende V2, V3, V4 y el área 19 o área medio temporal (MT) o V5.<sup>16</sup>

### **Corteza Visual Primaria o V1**

La corteza visual primaria (corteza estriada o V1) se ubica a lo largo de la cisura calcarina del lóbulo occipital y corresponde al área 17 de Brodmann.<sup>18</sup>

Desde hace tiempo, la fisiología de la corteza visual ha sido considerada en términos de neuronas individuales con sus características propiedades de respuesta. David Hubel y Torsten Wiesel descubrieron, entre otras cosas, que neuronas con campos receptores similares tienden a estar próximas en el espacio y que sus propiedades fisiológicas de respuesta, como la orientación, se organizan de una manera ordenada en la corteza visual. Esta relación entre la anatomía y la fisiología se ha denominado arquitectura funcional. David Hubel y Torsten Wiesel descubrieron que las neuronas de la corteza visual no únicamente respondían a puntos de luz, sino que también respondían selectivamente a características y rasgos específicos de los estímulos visuales.<sup>18</sup>

### **Organización modular**

Se ha visto previamente que la corteza estriada o V1 está organizada en módulos o columnas. Las neuronas de cada módulo reciben información de una parte determinada del campo visual. Cada módulo consiste en dos segmentos de células, cada uno de los cuales rodea una agrupación de células especializadas en recepción de información de color que se llaman *blob*. Las neuronas de los blobs son sensibles al color y a las frecuencias espaciales bajas. Fuera de la zona de los blobs (zona interblob), las neuronas muestran sensibilidad de la orientación, frecuencia espacial, textura y disparidad (pero no al color).<sup>18</sup>

Los blobs, denominados técnicamente blobs de citocromoxidasa (CO), fueron descubiertos por Wong-Riley (1978). Este investigador descubrió que había un grupo de células en V1 que se teñían con la tinción de la citocromoxidasa, con lo que establecían un patrón punteado de columna con oscuridad en las capas dos y tres, y cinco y seis corticales.<sup>18</sup>

Además, cada mitad del módulo recibe *inputs* de un solo ojo, aunque los circuitos de cada módulo finalmente acaban combinando la información proveniente de ambos ojos. Estas agrupaciones celulares que reciben *inputs* de un solo ojo se denominan *columnas de dominancia ocular*. Los campos receptores de todas las células de un mismo módulo se superponen. Ello significa que se analiza información de una misma parte del campo visual.<sup>18</sup>

### **Orientación y movimiento**

En los experimentos de Hubel y Wiesel se vio que las neuronas corticales de gatos y monos respondían enérgicamente a barras o a cantos de luz-oscuridad, y solo si dichas barras se presentaban en una orientación en particular dentro de su campo receptor. Cada célula tiene preferencia por una orientación determinada del estímulo. Existen poblaciones de neuronas selectivas para la orientación. Igualmente, dentro de un grupo de neuronas con una misma preferencia de orientación, hay subtipos celulares:

- Células simples: tiene unos campos receptores organizados en zonas de respuesta On y zonas de respuesta Off.
- Células complejas: muestran respuestas On y Off mixtas en todo el campo receptor. Continúan respondiendo, aunque el estímulo luminoso se mueva a lo largo de su campo receptor.
- Células hipercomplejas: células sensibles a la longitud de la barra de luz que se mueve por medio de su campo receptor. Disminuyen su respuesta cuando sobrepasa cierta longitud. Áreas inhibitoras en ambos extremos. La mejor respuesta se da si el estímulo luminoso tiene una longitud determinada.<sup>18</sup>

### **Frecuencia espacial y textura**

Algunos conceptos de análisis de patrones según las líneas y esquinas han originado lo que se conoce con el nombre de *filtro de frecuencia espacial*. La frecuencia espacial de

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

un estímulo visual se refiere al número de ciclos (luz-oscuridad o color) que presenta por cada grado de espacio visual.<sup>18</sup>

### **Disparidad retinal**

La visión en profundidad implica la conversión de imágenes bidimensionales en tridimensionales. Como la retina es bidimensional, la percepción de un mundo tridimensional depende de la obtención de la información sobre la distancia.

Aunque diferentes formas de percibir la profundidad dependen de señales monoculares (perspectiva, tamaño retinal relativa, etc.) una tendencia que muestran las neuronas de la corteza estriada es la *binocularidad*. La visión binocular nos proporciona una mejor percepción de la profundidad por medio del proceso de la visión *estereoscópica* o *estereopsis*.

Cuando un objeto aparece en el campo visual, los movimientos oculares se encargan en dirigir la atención hacia el mismo. Cuando el estímulo se proyecta en ambas fóveas, se tiene la percepción de una imagen única (fusión binocular). A causa de la separación horizontal existente entre ambos ojos, cada retina recibe una imagen ligeramente diferente del mundo que nos rodea. Estas diferencias se denominan *disparidad retinal*.<sup>18</sup>

### **Color**

La información de color procedente de las correspondientes células ganglionares de la retina y de las capas parvocelulare del NGL hace relevo en los *blobs* de CO (citocromoxidasa) de V1. Las células de los blobs tienen campos receptores circulares, son sensibles a determinadas longitudes de onda, monoculares, y no presentan selectividad de orientación. Por lo que respecta a sus campos receptores, también están organizados con un centro y periferia.<sup>18</sup>

## **Área visual secundaria o V2**

En cualquier caso, la divergencia de la información en todas las grandes corrientes se iniciaría a partir del área V2 (área 18 de Brodmann). V2 es el área adyacente a V1, y la mayoría de sus neuronas presentan propiedades muy similares a las que presentan las V1. Parece que muchas de las células responden a contornos ilusorios. Las células de los blobs de V1 se proyectan a estas bandas de V2, y las zonas interblobs de V1 se proyectan a las zonas interbandas de V2. Las bandas más densas de V2 se asocian a la vía magnocelular y a las selectivas para la disparidad retinal; en cambio, las bandas más claras se asocian más a la vía parvocelular y contienen células sin selectividad para la orientación y cromáticamente antagonistas. Las regiones interbandas contienen muchas neuronas con campos receptivos hipercomplejos.

El área visual terciaria o V3 recibe aferencias de V1 y de V2. La mayoría de sus células son sensibles a la orientación y a la disparidad binocular.<sup>18</sup>

## **Percepción del color y de la forma**

El área denominada V4 fue descubierta por Zeki (1973), en la que identifico neuronas con una selectividad cromática muy marcada. La mayoría de sus aferencias provienen de V2 y de V3. En la actualidad, se acepta que V4 participa en el análisis del color y de la forma. Las células de V4 contribuyen a mantener la constancia del color.

El área V4 se proyecta hacia la corteza íferotemporal; por tanto, hablamos de la corriente ventral. Es precisamente en la corteza temporal inferior, al final de la corriente ventral, donde se da el reconocimiento de patrones visuales y la identificación de objetos particulares. La corteza temporal inferior consiste en dos grandes regiones principales: TE y TEO.

- Área TEO: inputs de V4 y outputs hacia TE. Su lesión impide que se pueda aprender una tarea que requiere discriminar entre dos patrones bidimensionales simples que varíen en forma, tamaño, orientación, color o luminosidad.
- Área TE: inputs de TEO. Responden mejor a objetos tridimensionales que a estímulos simples. Continúan respondiendo a los mismos estímulos, incluso cuando estos últimos cambian de localización o quedan semitapados por otro objeto. En esta zona y bordeando el surco temporal superior también se han encontrado neuronas que responden específicamente a rostros o caras.<sup>18</sup>

## **Percepción del movimiento**

Detectamos el movimiento en nuestro campo visual comparando la posición de las imágenes sobre la retina en diferentes momentos. Las células de la retina pueden extraer la información comparando las distintas posiciones de una imagen sobre la retina en diferentes momentos. Las características principales de esta área son las siguientes:

- V5 contiene un mapa retinotópico del campo visual contralateral.
- Presenta una organización columnar similar a la de V1 en sentido que encontramos columnas de neuronas que responden a una misma dirección de movimiento. A lo largo del eje de cada módulo encontramos neuronas con sensibilidades direccionales que varían sistemáticamente.
- La diferencia entre estas neuronas de V5 y las de V1, que también responden al movimiento, es que las de V5 presentan unos campos receptores mucho mayores.
- La mayoría de sus células detectan el movimiento de los puntos luminosos que responden a contrastes en la luminosidad; sin embargo, otra minoría de células detectan diferencias en la textura y el color.
- Reciben aferencias asociadas a la vía magnocelular desde V1, V2 y V3. También recibe proyecciones extrageniculadas desde los colículos superiores.<sup>18</sup>

Las células de V5 responden mejor a los estímulos en movimiento (muestran sensibilidad direccional), con independencia de su color o de su textura, aunque en algunos casos sí que utilizan este tipo de información para detectar movimientos.<sup>18</sup>

## **Desarrollo del sistema visual**

El sistema visual tiene capacidades visuales que se adquieren en momentos diferentes y son propias de cada especie. Las funciones propias de cada nivel de la vía visual tienen períodos críticos diferentes, de acuerdo con el nivel en el cual se procesan y dependen definitivamente de la experiencia visual. Las propiedades visuales procesadas en niveles superiores tienen períodos críticos de mayor duración que los procesados en niveles inferiores.<sup>15</sup>

La agudeza visual es la capacidad que tenemos para detectar los objetos en buenas condiciones de luminosidad, tiene su auge tempranamente y depende del desarrollo de la

retina y de sus fotorreceptores. Los recién nacidos tienen una agudeza visual deficiente. Chalupa (2004) explica que la retina comienza a diferenciarse a partir de la cuarta semana de gestación; la proliferación de las células se inicia de adentro hacia afuera y termina primero en la zona central y después en la periferia.<sup>15</sup>

La sensibilidad al contraste es la capacidad que tenemos de distinguir un objeto del fondo. El sistema visual tiene dos canales por los cuales lleva esta información: el de las altas frecuencias (parvocelular) y el de las bajas frecuencias (magnocelular). Esta capacidad cambia de acuerdo con el desarrollo de los fotorreceptores. En la fovea, a medida que el cono se vuelve más grande y más estrecho, la capacidad para captar la luz es mejor y, por lo tanto, la sensibilidad al contraste aumenta. Entre el nacimiento y las 10 semanas de vida, aumenta para todas las frecuencias.<sup>15</sup>

La estereopsis o capacidad de fusionar cerebralmente la información que viene de cada uno de los ojos en el espacio se desarrolla más tarde. No está presente en el momento del nacimiento y depende de niveles de procesamiento cortical superiores. Inicialmente, la agudeza visual es pobre, pero los ojos miran en la misma dirección. Su capacidad de mantener los ojos derechos no es la misma que la del adulto, existiendo cierto grado de coordinación binocular y alguna capacidad de realizar movimientos de vergencia. Durante los tres primeros meses, a medida que la agudeza visual mejora los ojos se vuelven más hábiles en mantener la fijación sobre el objeto y las células de la corteza visual primaria en la capa IV se preparan para captar el impulso apropiado que les viene de los objetos localizados en el espacio, antes de que suceda el fenómeno de la estereopsis. La estereopsis ocurre entre los 2 y los 5 meses, y aumenta rápidamente en el sexto mes. Después de este período, aumenta poco hasta los tres años.<sup>15</sup>

Las células corticales de capas superiores como la II y III y V y VI reciben señales que vienen de ambos ojos y, por lo tanto, las capacidades de trabajar juntas se desarrollan también. Esto hace que la vergencia y la capacidad de mantener los ojos en ortotropía sean firmes en el momento en que se adquiere la visión binocular. Paralelo al desarrollo de la agudeza, los movimientos oculares maduran: la fijación ocular presente en el recién nacido a término se realiza en forma de fijación y refijación. La capacidad de seguir con la mirada aparece hacia aproximadamente los 2 meses, época en la que su agudeza visual mejora. La posibilidad de seguir un objeto en movimiento progresa, al mismo tiempo que su habilidad para seguirlos a mayor velocidad. La vergencia se perfecciona cuando

aparece la visión estereoscópica. La madurez de los movimientos sacádicos está dada más por el desarrollo de los movimientos del tallo cerebral que a partir de vías aferentes.<sup>15</sup>

Estas propiedades en el desarrollo de la vía visual nos permiten deducir que dependiendo el tipo de agresión, la época en la que se produjo y el tiempo que ésta se mantuvo, las manifestaciones clínicas van a ser diferentes.<sup>15</sup>

La ambliopía es un trastorno visual con base cortical causada por alteración de la visión durante el periodo crítico del desarrollo temprano. A menudo se piensa que es un problema en gran parte intratable en pacientes adultos debido a la falta de plasticidad neuronal después de este período crítico; Sin embargo, los avances recientes han sugerido plasticidad que todavía está presente en la corteza visual en el adulto.<sup>7</sup>

### **Neuroplasticidad**

Es la capacidad adaptativa del sistema nervioso para minimizar los efectos de las lesiones a través de modificar su propia organización estructural y funcional. Los efectos de los cambios en el medio externo sobre la estructura y función del sistema nervioso en desarrollo tienden a ser prominentes en el sistema sensorial. Tales efectos se han delineado claramente en los trabajos de Wiesel y Hubel sobre el desarrollo del sistema visual.<sup>20</sup>

Actualmente la plasticidad y la reorganización cerebral han sido probadas experimentalmente y son parte de la «sustancia conceptual» de las neurociencias (Bachy-Rita, 1995 y 2000). Nuevos mecanismos de plasticidad continúan apareciendo; uno reciente es la demostración de que la neurogénesis puede ocurrir (cuando menos en el hipocampo), lo cual ha sido demostrado en animales adultos (Gould et al, 1999; Kemperman et al, 1998) y seniles (Kemperman et al, 1998b), y en humanos adultos (Erickson et al 1998).<sup>19</sup>

Wiesel y Hubel demostraron que si el párpado de un ojo de un gato, es saturado durante los meses críticos de desarrollo visual normal, el ojo quedará permanentemente ambliope, después de haber sido retiradas las saturas, aun si el gato vive por 5 o más años con sus párpados funcionando normalmente. Sin embargo, Chow y Steward hicieron la pregunta

crítica; Puede obtenerse recuperación de la visión con un apropiado programa de entrenamiento (Rehabilitación). Ellos fueron capaces de demostrar que no sólo es posible obtener alguna función (visión) sino que también registraron concomitantemente cambios fisiológicos (incremento en el número de células binoculares en la corteza visual) y morfológicos (cambios en el ganglio geniculado lateral). Este estudio se considera como uno de los más importantes en animales y aportan datos trascendentes en el campo de rehabilitación. Además de sus hallazgos en cuanto a plasticidad cerebral, la descripción de sus procedimientos es extrapolable de alguna manera a lo que ocurre en la rehabilitación humana. Por ejemplo, ellos anotaron que el uso del sistema tradicional de gratificación fue insuficiente, los gatos requerían períodos de complacencia y de mimo (que establecieran lazos efectivos con los experimentadores) y los métodos utilizados por el experimentador para desarrollar una demanda no fueron contemplados; por el contrario con rehabilitación intensiva, pero evitando la frustración los resultados son más eficientes.<sup>20</sup>

Hubel y Wiesel (1981) determinaron que existe un periodo al que llamaron "crítico" en el cual se observa plasticidad en las células de la corteza visual, especialistas atribuyeron toda esta información a edades tempranas definiendo el periodo crítico del nacimiento a los 8 años. En una carta enviada a Susan Berry, Hubel menciona que nunca fijaron una edad como mínimo para recibir tratamiento.<sup>6</sup>

Press define periodos que están más de acuerdo con los resultados actuales, mencionando dentro de ellos el periodo de neuroplasticidad residual que va de los 18 años a la adultez. Se ha confirmado gran plasticidad en el sistema visual hasta los 60 años.<sup>6</sup> Esto abre más oportunidad de acción en pacientes adultos, permitiendo someterlos a un tratamiento con mejores resultados.

Investigaciones realizadas por Thompson, Mansouri, Koski y Hess acerca de la plasticidad que aún existe en el adulto demuestran la capacidad de que el entrenamiento perceptual monocular puede significativamente mejorar la función visual en el ojo ambliope y los resultados que muestran que la función se puede recuperar en el ojo privado de animales en el período post-crítico.

Esta mejora en animales se ha demostrado que es mediada en parte por una disminución en la inhibición intracortical, con estos datos en mente, se realizó un estudio que investiga si la plasticidad visual, medida como un cambio en los umbrales de detección de contraste, podría ser manipulado por repetitivo. La estimulación magnética transcraneal (EMT), es una técnica no invasiva que estimula la corteza visual. Los mecanismos exactos a través de los cuales la EMT afecta las regiones de la corteza que son estimuladas actualmente no son del todo claros.<sup>7, 8.</sup>

Otro estudio realizado por el Dr Hess, de la Universidad McHill (Canadá) en el cual se sometió a varios pacientes al uso de video juegos como tratamiento para la ambliopía en adultos, consistiendo en proporcionar información entre ambos ojos de forma complementaria, esto permite trabajar en conjunto los dos ojos, en comparación con los tratamientos comúnmente usados, donde solo se hace trabajar al ojo ambliope.<sup>9</sup>

Los investigadores examinaron una muestra de 18 adultos con ambliopía y, de ellos, nueve jugaron monocularmente con el ojo más débil, mientras que el ojo más fuerte fue parcheado y los otros nueve jugaron con cada ojo viendo una parte separada del juego. Después de dos semanas, el segundo grupo mostró una mejora dramática en la visión del ojo más débil, en la percepción de profundidad, y cuando el grupo con parche monocular, que había mostrado sólo una mejora moderada, se cambió a la otra modalidad, su visión también mejoró dramáticamente.<sup>9</sup>

Tomando esto en cuenta es posible que los tratamientos actuales puedan mejorar la Agudeza Visual en pacientes ambliopes, retomar el aprendizaje visual que se vio interrumpido durante el desarrollo visual, aún muchos estudios no son del todo comprobados y algunos otros se encuentran en proceso, pero investigaciones demuestran que la plasticidad existe, ciertamente en un grado menor que en la infancia, pero las conexiones pueden darse bajo un tratamiento idóneo.

La unión de los tratamientos convencionales con las técnicas y terapias actuales nos permitirán reforzar las conexiones neuronales afectadas en la ambliopía, como bien se ha estudiado por Hubel y Wiesel, dependerá mucho del grado o severidad de la ambliopía, entre más severa sea la ambliopía los resultados serán menos alentadores.

Otro estudio realizado por Rutstein y Fuhr (1992) en el cual hicieron comparación de la estabilidad y eficiencia de la terapia para ambliopía de tipo estrábica y anisométrica en

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pacientes de entre 2 y 53 años de edad, los resultados de este estudio indican que la ambliopía se puede tratar de manera efectiva en los pacientes mayores. El promedio de ganancia de agudeza se encontró que era menor en los pacientes de edad avanzada que en los pacientes más jóvenes, pero varió con cada individuo. La regresión de la agudeza del ojo ambliope después de la interrupción del tratamiento fue igual de probable en pacientes de edad avanzada que en los pacientes más jóvenes. Aunque es más frecuente en ambliopías profundas; los pacientes con alineación ocular y fusión también llegaron a mostrar regresión en la agudeza. Dado que la regresión de la agudeza obtenida es probable que ocurra dentro del primer año después de la interrupción del tratamiento, se recomienda que los pacientes que han recibido tratamiento para la ambliopía deban seguir, a intervalos regulares, tal como lo haríamos para los pacientes que han recibido tratamiento para otras enfermedades oculares.<sup>10</sup>

#### **Dispositivos para ayudar en el tratamiento médico.**

Dentro del ámbito de la rehabilitación se diseñan dispositivos especiales para lesionados medulares, quemados, personas con distrofia muscular, con esclerosis múltiple o con daño cerebral, entre otros. Dentro de los dispositivos más comunes se encuentran los botones, pulsadores y joysticks adaptados, sensores electromagnéticos, robots, marcadores, guantes, tecnología háptica (conjunto de interfaces que interaccionan con el paciente mediante el sentido del tacto), acelerómetros y giroscopios (Dominguez, 2008).<sup>13</sup>

El biofeedback, aprovechado por la medicina desde hace décadas, empieza a ser utilizado por los videojuegos, tanto los comerciales (Wii Vitality Sensor) como los creados en el seno de investigaciones serias. Se crean dispositivos periféricos que miden la presión arterial, el ritmo cardíaco y lo aprovechan para la realización y medición de ejercicios de relajación. Otros registran la amplitud del movimiento, la velocidad, o la precisión, pudiendo mediante las puntuaciones ofrecer a los médicos información sobre la evolución de los pacientes, incluso a distancia (telerehabilitación).<sup>13</sup>

Otro ejemplo de dispositivos creados en el seno de investigaciones y que persiguen el tratamiento médico a través de los videojuegos lo encontramos en la Universidad de Nottingham. En este caso, la máquina diseñada ha permitido a los investigadores desarrollar un tratamiento para la ambliopía con unos resultados sorprendentes frente al

tradicional parche. El videojuego se presenta al usuario en dos imágenes diferentes. Cada una de esas imágenes se le presenta a cada ojo por separado y entre ambos habrán de reconstruir el escenario completo.<sup>13</sup>

### Tratamiento para la Ambliopía

- La estrategia básica de tratamiento para la ambliopía se fundamenta en conseguir primero una imagen retiniana clara y después corregir la dominancia ocular. (Martín-Vecilla 2010)
- El tratamiento convencional de la ambliopía incluye: 1) Compensación adecuada de la ametropía existente; 2) oclusión; y 3) terapia visual activa.
- El régimen de oclusión específico se determina basándose en la edad del paciente, la binocularidad, el nivel de AV, y las necesidades visuales.
- El éxito del tratamiento depende de varios factores, pero entre ellos el más importante es que el paciente lo cumpla. (Scheiman 1998)

### TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE TERAPIA PARA AMBLIOPIA

ETAPA	CARACTERÍSTICAS
<b>MONOCULAR</b>	Se refiere a la realización de los ejercicios de entrenamiento en condiciones monoculares, esta fase es necesaria en pacientes ambliopes, cuando existen supresiones o las habilidades de ambos ojos son muy diferentes, esta fase incluye técnicas de motilidad ocular, acomodación, fijación excéntrica.
<b>BIOCULAR</b>	Es la fase previa a la binocular, su objetivo es desarrollar percepción simultánea sin supresiones, se emplean técnicas que incluyen un disociador ya sea prismas o divisiones.
<b>BINOCULAR</b>	Se entrena cuando el paciente posee un nivel aceptable de fusión y las habilidades visuales de ambos ojos similares. Se desarrollan los rangos de fusión, se obtiene convergencia voluntaria, se desarrolla la estereopsis, se entrenan habilidades oculomotoras y de acomodación en forma binocular y se desarrollan habilidades de percepción visual.

TABLA 1. Características de cada una de las etapas de la Terapia Visual

## **1.- Entrenamiento Monocular**

En esta primera etapa se actúa entrenando cada ojo por separado intentando lograr un igualamiento en el funcionamiento entre ambos enfatizándose la estimulación de aquel ojo menos hábil (ambliopías). Se prioriza el entrenamiento del sistema oculomotor, movimientos de seguimiento, sacádicos, fijación comenzando con bajos niveles de dificultad y permitiendo la presencia de apoyos cinestésicos o auditivos.

Simultáneamente se completa con entrenamiento monocular percepto-motor. (Coordinación ojo mano, memoria visual, percepción periférica, reconocimiento de formas y tamaños, espacio visual).

## **Terapia Acomodativa**

### **Consideraciones generales**

- Iniciar la terapia normalizando habilidades más deterioradas y de forma monocular
- Independientemente del diagnóstico encontrado se recomienda entrenar estimulación y relajación de la acomodación
- Utilizar lentes de baja potencia y gradualmente aumentar el poder incrementando así la amplitud acomodativa.
- Mejorar la flexibilidad acomodativa realizando enfoques a diferentes distancias, modificando el tamaño de los textos y monitoreando el tiempo para realizar la actividad.
- Paulatinamente involucrar técnicas de motilidad ocular y de vergencias con el objeto de integrar el sistema visual

## **Hart Chart Acomodativo**

### **Objetivo:**

- Restaurar la amplitud y facilidad acomodativa, ambos rangos sobre los cuales el paciente puede acomodar.
- La velocidad de la respuesta acomodativa es muy importante en esta técnica.

## **Equipo**

- Hart Chart de lejos y cerca
- Parche

## **Técnica**

- Se ocluye el ojo del paciente
- Se le pide que sostenga una cartilla pequeña a 40cm y que lea en voz alta la línea superior, pueden ser solo las primeras tres letras o todo el renglón. En todo momento la imagen debe mantenerse clara
- Al terminar se le pide que observe la cartilla de lejos y lea las siguientes tres letras o bien el siguiente renglón, manteniendo también las imágenes claras.
- El paciente continúa alternando el enfoque de cerca de lejos, hasta terminar de leer la cartilla o durante varios minutos.
- Repetir la secuencia para el otro ojo
- Para incrementar la demanda de la prueba, el paciente sostiene la cartilla pequeña a la distancia de su brazo y menciona las letras de la línea superior mientras acerca la cartilla lentamente hacia los ojos.
- Cuando no pueda mencionar claridad, tiene que cambiar a la segunda línea de la cartilla de lejos colocada a 3 metros, repetís el procedimiento con la tercera línea acercando la cartilla y así sucesivamente hasta terminar el texto
- Realizar el procedimiento con el ojo izquierdo
- Otra modificación puede ser colocar la cartilla pequeña de 2.5 a 5cm más alejada del punto donde ve borroso, y alternan la visión de la cartilla lejana a la cercana.

## **Resultados**

Anotar si la prueba se realizó en forma eficiente o no

## **Lente De -5.00 D**

### **Objetivo:**

- Aumentar la amplitud de estimulación y relajación acomodativa en forma binocular, además de una interacción entre la acomodación y la vergencia.

**Equipo**

- Se utiliza un lente de -5.00 o -6.00 D

**Técnica**

- Es un procedimiento en espacio libre, se puede utilizar cualquier optotipo como un objeto de fijación
- Ocluir un ojo
- El paciente sostiene una lente de -5.00 frente al ojo destapado de tal manera que al desoccluir el otro ojo pueda ver dos imágenes, una por fuera de la lente de tamaño normal y otra a través de la lente de un tamaño menor
- Se le pide al paciente que observe una de las imágenes hasta que la percibe con nitidez, después debe ver la pelota grande y enfocarla también, lo cual equivale a un ciclo
- Continuar alternando el enfoque, repitiendo varios ciclos y posteriormente cambiar la lente al otro ojo.

**Resultados**

- Anotar el número de ciclos realizados correctamente

**Facilidad Acomodativa Monocular**

La facilidad acomodativa monocular es el primer paso en el tratamiento, para desarrollar un adecuado funcionamiento ocular y posteriormente enfatizar habilidades binoculares. El entrenamiento monocular generalmente precede al binocular, ya que este requiere de una flexibilidad entre la acomodación y la vergencia. Muchos pacientes tienen la dificultad para relajar acomodación después de ser estimulados, por esta razón, muchos procedimientos son organizados en ciclos de estimulación y relajación alternada.

**Objetivo:**

- Normalizar amplitud y flexibilidad acomodativa para cada ojo

- Alcanzar igualdad en ambos ojos
- Incrementar la habilidad de mantener la visión clara

### **Técnica**

- Se utilizan lentes para los cambios acomodativos del paciente, lentes sin cortar, flippers, lentes de la caja de prueba, etc.
- El objeto de fijación puede ser Hart Chart o cualquier cartilla para visión cercana
- Se le indica al paciente que debe hacer una lectura y mantener en todo momento las letras claras
- Terminar el ejercicio cuando el paciente puede obtener sin dificultad: 20 cpm con rangos d +2.50/-5.00 con cada ojo

### **Resultados**

- Anotar si fue ojo derecho o el ojo izquierdo, el poder de la lente utilizada y el número de ciclos por minuto.

### **Facilidad Acomodativa Binocular**

Es un procedimiento en condiciones binoculares por medio de un dispositivo de lentes positivos y negativos de diferente poder

### **Objetivo:**

Disminuir la latencia e incrementar la velocidad de respuesta acomodativa bajo condiciones binoculares.

### **Equipo**

- Flippers de diferentes poderes con incrementos de + - 0.25
- Material de lectura desde 20/80 a 20/30
- Barra de lectura polarizada o filtros Rojo-Verde con sus respectivos lentes
- Dispositivos como vectogramas, regla de apertura, círculos excéntricos, etc.

## **Técnica**

- El paciente debe leer usando las barras de lectura ya sea polarizadas o Rojo-Verde, siendo consciente que son visibles todas las columnas en el material impreso todo el tiempo
- Deberá leer 1 o 2 renglones con los lentes positivos y después cambiar a los lentes negativos para leer otras dos líneas
- Es importante informar al paciente que en todo momento deberá mantener las letras claras y sencillas
- Incrementar gradualmente la demanda de poder de acuerdo al desempeño mostrado.
- Para incrementar la dificultad de la prueba se puede combinar el flipper con otros procedimientos como: vectogramas, regla de apertura, círculos excéntricos, etc.

## **Resultados**

- Anotar el poder de la lente utilizada, el número de ciclos por minuto
- Si existe supresión
- La técnica con la cual se combinó el ejercicio

## **Terapia de Motilidad Ocular**

### **Consideraciones generales:**

- Se recomienda iniciar con ejercicios simples y de forma monocular para igualar habilidades de ambos ojos y continuar posteriormente con los mismos ejercicios en forma binocular.
- Gradualmente aumentar la dificultad de las pruebas.
- Para ejercitar movimientos sacádicos es conveniente iniciar con movimientos de gran amplitud y en etapas avanzadas disminuir la amplitud.
- En el caso de los movimientos de seguimiento es recomendable iniciar con movimientos de pequeña amplitud y posteriormente aumentar amplitud.

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Independientemente de que se trate de una disfunción oculomotora, se deben mejorar las habilidades de acomodación y binocularidad.

### **Hart Chart (sacádicos)**

#### **Descripción:**

Cartilla con letras y/o números dispuestos en columnas de 10x10, de tamaños diferentes.

#### **Objetivo:**

Aumentar la exactitud y velocidad de los movimientos sacádicos.

#### **Equipo:**

- Cartillas de Hart Chart
- Parche

#### **Técnica**

- Colocar cartilla a una distancia entre 1.5 y 3 m
- Ocluir un ojo del paciente
- Indicar al paciente que lea la primera letra de la primera columna y luego la primera letra de la última columna, continuar con la segunda letra de la primera columna y la segunda letra de la última columna, etc. Continuar hasta terminar todas las letras de la primera y décima columnas.
- Mientras el paciente lee, se corroboran las respuestas.
- El objetivo para el paciente será realizar el ejercicio sin errores y sin movimientos de cabeza, en un determinado tiempo.
- Incrementar la dificultad de la prueba pidiendo que lea de la misma forma las columnas 2 y 9, 3 y 8, 7, 5 y 6, las columnas internas son más difíciles porque están rodeadas de las otras letras.
- Realizar sacádicos oblicuos pidiendo al paciente que lea la primera letra de la primera columna y la última letra de la décima columna, luego la segunda y penúltima y continuar hasta que termine las columnas.

## Resultados

Reportar si la prueba se realizó en forma eficiente o tuvo alguna dificultad. Si la prueba fue monocular o binocular.

## Ann Arbor

### Descripción:

Son hojas que contienen párrafos con letras que forman palabras sin ningún sentido.

### Objetivo:

Aumentar la velocidad y precisión de los movimientos sacádicos.

Mejorar habilidades de búsqueda de detalles finos y procesamiento de información.

### Equipo

- Hojas de letras y símbolos
- Parche

### Técnica

- Se muestran al paciente las hojas de trabajo
- Si se quiere utilizar la misma hoja en varias ocasiones, colocar el acetato sobre la hoja de trabajo.
- Ocluir un ojo
- Pedir al paciente que inicie la lectura por la parte superior derecha y que de izquierda a derecha busque la primera letra del alfabeto y cuando la encuentre la subraye y así sucesivamente hasta que encuentre la última letra del alfabeto.
- La meta es que termine la actividad lo más rápido posible, por lo que se tomará el tiempo
- Evaluar la precisión ya que si se salta una de las letras no será capaz de completar el alfabeto en orden
- Las hojas pueden tener letras de diferente tamaño para aumentar la dificultad de la prueba

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Se recomienda que cuando se encuentre una letra, se marque, se levante el plumón para que haga movimientos sacádicos de letra a letra
  - Si es muy difícil se puede realizar seguimientos de letra a letra
  - El ejercicio terminará cuando el trabajo que se realiza con ambos ojos sea aproximadamente igual y cuando el paciente pueda terminar el párrafo en aproximadamente un minuto

### **Resultados**

Se anota el tiempo en el que fue realizada la actividad por cada ojo y alguna observación durante el desarrollo de la misma.

Anotar si se realizó en forma monocular o binocular

### **Marcas con Linterna**

#### **Objetivo:**

Mejorar la precisión y velocidad de los movimientos sacádicos y de seguimiento

#### **Equipo**

- Dos linternas
- Parche

#### **Técnica**

- Ocluir un ojo del paciente
- El examinador sostiene una linterna y el paciente sostiene otra
- El examinador marca un cierto patrón en la pared (seguimiento) o cambia rápidamente la linterna de un lado a otro (sacádicos) y se pide al paciente que siga el patrón de movimiento manteniendo la luz de su linterna encima de la luz de la linterna del examinador
- Empezar con patrones sencillos y repetitivos y gradualmente hacerlos más complicados

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Para una mejor identificación se pueden colocar filtros de diferente color en cada linterna.

### **Resultados**

Anotar si se realizó en forma eficiente o bien las deficiencias encontradas, si fue un ejercicio monocular o binocular.

### **Pelota de Marsden**

#### **Descripción:**

Es una pequeña pelota de vinil a la cual se le coloca una cuerda y se cuelga de un techo del gabinete, contiene letras, números y símbolos.

#### **Objetivo:**

Mejorar velocidad y exactitud de movimientos de seguimiento ocular suave

#### **Equipo**

- Pelota
- Parche

#### **Técnica**

- Se ocluye un ojo al paciente
- Se coloca la pelota a la altura de los ojos del paciente
- Se hace balancear la pelota y se le pide al paciente que mencione en voz alta las letras que observa
- El paciente deberá realizar un movimiento de seguimiento ocular para poder leer las letras en la pelota
- El movimiento de la pelota puede ser en forma horizontal, diagonal, lejos-cerca y rotacional alrededor de la cabeza del paciente
- No deben registrarse movimientos de cabeza, únicamente se mueven los ojos
- Una vez que el nivel es eficiente realizar el ejercicio en forma binocular

### **Resultados**

Anotar si a juicio del examinador la prueba se realizó en forma eficiente o no y si fue en forma monocular o binocular.

## **Trazo Visual**

### **Descripción:**

Son hojas que contienen una serie de trazos que gradualmente van aumentando de dificultad. Al inicio de cada trazo tiene unas letras y al final de cada uno tiene unos números.

### **Objetivo:**

Mejorar la velocidad y precisión de los seguimientos oculares

### **Equipo**

- Hojas de trazos
- Parche
- Plumón

### **Técnica**

- Ocluir un ojo del paciente
- Con el fin de utilizar la misma hoja varias veces se puede colocar un acetato sobre la hoja
- Colocar el plumón en la letra "A" y trazar una línea siguiendo el camino hasta saber a qué número o figura llega la línea que comenzó en la letra "A"
- Continuar hasta que encuentre la respuesta de cada línea
- A medida que mejore la velocidad y precisión de los movimientos de seguimiento se puede incrementar la dificultad realizando el ejercicio una vez más pero únicamente moviendo los ojos y sin ayuda del plumón
- Finalizar una vez que el paciente sea capaz de realizar el ejercicio en forma binocular con precisión, buena velocidad y sin movimientos de cabeza.

## Resultados

Reportar si la prueba se realizó en forma eficiente o bien se anotan las dificultades observadas como movimientos de cabeza y si se realizó en forma monocular o binocular

## Rotador

### Descripción:

Son instrumentos de rotación, automáticos que se pueden usar para tratar disfunciones oculomotoras.

### Objetivo:

- Mejorar la velocidad y precisión de los movimientos de seguimiento ocular
- Mejorar la coordinación ojo-mano, aunque la precisión de los movimientos oculares y la coordinación ojo-mano usualmente se correlacionan, algunos pacientes muestran buena coordinación ojo-mano a pesar de la presencia de seguimientos con brincos, otros demuestran buenos movimientos de seguimiento pero pobre coordinación ojo-mano.

### Equipo

- Disco rotador con agujeros, pueden ser con pedestal o no
- Tacos de Golf
- Parche

### Técnica

- Ocluir un ojo del paciente
- Pedir al paciente que seleccione un agujero y meta el taco de golf dentro del agujero
- Comenzar a girar el rotador
- El paciente deberá seleccionar un agujero y sostener el taco frente al agujero pero sin tocarlo hasta que termine una vuelta completa y meter el taco en el agujero de un solo movimiento
- Hacer el ejercicio hasta que complete todos los agujeros o bien pedir al paciente que forme una figura con los tacos de golf

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Los agujeros de la periferia son más fáciles que los del centro
  - Finalizar cuando el paciente realice el ejercicio en forma binocular, a buena velocidad, con precisión y eliminando movimientos de cabeza.

### **Resultados**

- Anotar la velocidad del movimiento y la eficiencia de la prueba, así como si fue realizada en forma monocular o binocular, con filtros, etc.

### **2.- Entrenamiento Biocular**

Se pasa de la etapa monocular al entrenamiento de ambos ojos simultáneamente pero donde si bien los dos perciben casi todo el entorno se presentan estímulos que son vistos por cada por separado. Para lograr este efecto se utilizar artificios como separadores, ejemplo gafas anaglíficas.

Simultáneamente se continúa con el entrenamiento monocular ya en etapas más avanzadas con niveles de dificultad y sin apoyos.

### **Terapia Antisupresión**

Las técnicas antisupresión son empleadas en pacientes con supresiones poco profundas, como las que producen las heteroforias, aunque también se utilizan en pacientes con estrabismo y ambliopía

Están basadas en la utilización de filtros y dispositivos que mantienen al paciente en condiciones de visión disociada. Una vez eliminada la supresión, se pueden realizar técnicas binoculares.

### **Tv Trainer**

Se usan hojas de filtros rojo y verde con sus respectivos lentes rojo/verde

### **Objetivo:**

Disminuir la intensidad y frecuencia de supresión

**Técnica**

- Se coloca una hoja de filtro de un lado verde y el otro rojo, ya sea en la pantalla de la televisión o en la computadora
- El paciente usa lentes rojo-verde, en caso que el paciente suprima verá una parte negra
- El paciente debe tratar de eliminar la supresión con el parpadeo, haciendo un movimiento de convergencia o divergencia según sea el caso, acercándose o alejándose de la pantalla
- Para incrementar o disminuir el nivel de dificultad se puede usar lentes y/o prismas
- El objeto para el paciente es mantener visión sencilla binocular

**Espejo**

La superposición con el espejo es un procedimiento en el que se trabaja con dos grados de la visión binocular.

**Objetivo:**

Disminuir la intensidad y frecuencia de la supresión.

**Equipo**

- Espejo de 5x5cm
- Estímulos de fijación

**Técnica**

- El paciente sostiene el espejo delante de uno de los ojos a un ángulo de 45°, mientras observa un objeto de fijación delante de un ojo y con el otro ojo observa otra imagen
- El objetivo es observar las imágenes al mismo tiempo. El paciente deberá intentar sobreponer imágenes, una encima de otra. Se utilizan imágenes diferentes para la percepción simultánea, estímulos parecidos para la fusión plana.

## Resultados

Anotar si existe supresión o si se realizó el ejercicio en forma eficiente.

## Cartilla Antisupresión

Es una técnica en la que se emplea una cartilla con letras o números con el fondo rojo o blanco, el paciente tiene conciencia de la supresión por lo tanto debe evitar suprimir.

### Objetivo:

Eliminar la frecuencia y la intensidad de la supresión

### Equipo

- Cartilla antisupresión
- Filtros rojo-azul

### Técnica

- El paciente utiliza los anteojos rojo-azul o rojo-verde
- Se coloca al paciente frente a la cartilla, la distancia puede ser variable, entre 1 y 3 metros, dependiendo del tipo de supresión
- Se le pide al paciente que observe las letras y que mencione si puede ver la línea completa. Si es así puede iniciar la lectura de la cartilla
- Si no es posible observar la cartilla completa, indicar al paciente que debe parpadear en forma continua y rápida, acercarse un poco a la cartilla o prender y apagar la luz de la habitación hasta que logre observar la línea completa.
- Gradualmente aumentar la distancia de fijación
- Una manera de incrementar la demanda es con movimiento corporal, ya sea moviendo la cabeza o el cuerpo, con lentes positivos o negativos.

## Resultados

Anotar si existe supresión y la distancia a la que se realizó la prueba

## Cheiroscopio

### Objetivo:

- Determinar la estabilidad binocular, alineamiento, presencia y extensión de una supresión.
- Reducir y eliminar supresión

### Equipo

- El cheiroscopio es un aparato que contiene un par de lentes esféricas de +5.00 D descentradas y está diseñado para que el paciente observe una imagen diferente con cada ojo.

### Técnica

- Colocar el dibujo en el cheiroscopio del lado del ojo correspondiente a la mano no dominante
- Pedir al paciente que observe a través del instrumento calque el dibujo
- Si existe supresión se aconseja lo siguiente: Dibujar primero las esquinas, hacer el dibujo en pequeños trazos levantando el lápiz de la hoja y luego haciendo otro trazo
- Terminar la prueba cuando el paciente puede realizar el dibujo sin ninguna dificultad.

## Pola Mirror

### Objetivo:

Disminuir la intensidad y frecuencia de la supresión

### **Equipo**

- Espejo
- Gafas polarizadas

### **Técnica**

- Se colocan las gafas polarizadas al paciente y se le pide que se vea en el espejo
- Si no hay supresión la persona podrá ver sus dos ojos, en caso de que un ojo suprima no podrá ver sus dos ojos al mismo tiempo
- Se le indica que trate de ver sus dos ojos de una manera consciente y simultáneamente

### **Resultados**

Anotar si existe supresión o fusión

### **3.- Entrenamiento Binocular**

Una vez mejoradas las habilidades monoculares se estimula el funcionamiento conjunto e integrado de ambos ojos. Se trabajaran las funciones de las etapas anteriores pero con ambos ojos a la vez y se incorporará el entrenamiento de las vergencias y la estereopsis primero en situaciones estáticas y con incrementos suaves de las demandas para luego completarse con entrenamiento brusco o a saltos y combinado con movimientos oculares y desplazamientos corporales.

### **Terapia de Vergencias**

- La terapia de vergencia es siempre binocular
- Se debe controlar previamente la existencia de supresiones

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Se sugiere iniciar con procedimientos sencillos que permitan al paciente una retroalimentación
  - Comenzar en dirección a la dificultad trabajando primero en normalizar la amplitud de la vergencia y posteriormente mejorar la flexibilidad
  - Combinar con técnicas acomodativas y de motilidad ocular

### **Cuerda de Brock**

Consiste en una cuerda de 3 metros de longitud con unas esferas movibles a diferentes distancias a lo largo de la cuerda. El paciente sostiene un extremo poniéndolo en la punta de su nariz y el otro esta fijo, puede estar amarrado en la perilla de una puerta o la puede sostener el examinador.

### **Objetivo:**

- Desarrollar la conciencia de convergencia y divergencia
- Desarrollar la habilidad de convergencia voluntaria y normalizar el punto próximo de convergencia.

### **Equipo**

- Cuerda de Brock

### **Técnica**

- Fijar la cuerda a la perilla de una puerta, a la pared o bien lo puede sostener una persona
- El paciente sostiene un extremo de la cuerda colocándolo en la punta de la nariz al nivel de los ojos
- Colocar la esfera # 1 a 50cm de la nariz. Colocar la esfera #2 a 50cm de la primera y la esfera #3 a 50cm de la intermedia

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Se le pide al paciente que observe una de las esferas y que reporte lo que ve. Debido a la conciencia de diplopia fisiológica el paciente reportará que las esferas en las cuales no está fijando se aprecian dobles al igual que la cuerda
  - Enfocar la esfera más alejada y percibir la diplopia fisiológica cuyos trazos formados por la doble cuerda se cruzan sobre la esfera más alejada. Mantener la fijación por lo menos 5 a 10 segundos
  - Fijar/enfocar la esfera del medio y percibir la “x” con la esfera intermedia en el centro de la “X”. Mantener la fijación y la conciencia de diplopia durante 5 a 10 segundos.
  - Luego enfocar la esfera de cerca y percibir la imagen que cruza en la esfera durante 5 a 10 segundos.
  - Al finalizar este paso se realizó un ciclo
  - Realizar el procedimiento anterior por 20 ciclos
  - La meta para la convergencia es colocar la primera esfera unos 8cm, la segunda a unos 30cm y la última a unos 60cm o más cerca y que pueda completar cada ciclo fácilmente
  - Para la divergencia: empezar con la esfera #3 colocada al final de la cuerda, la #2 a 30 cm adelante y la #1 a 30cm adelante y repetir el procedimiento anterior.
  - Si el paciente tiene la dificultad en realizar el ejercicio, modificar la distancia, permitir al paciente que toque la cuerda o bien utilizar lentes negativos para estimular la convergencia

### **Resultados**

Se anotan las distancias a las que se colocan las esferas a las que el paciente puede hacer el ejercicio correctamente (sin supresión)

**Barrel Card****Descripción:**

Es una tarjeta blanca con tres figuras en forma de barril de colores en cada cara de la tarjeta en un lado son verdes y en el otro son rojos.

**Objetivo:**

Desarrollar la habilidad de la convergencia

**Técnica**

- El paciente sostiene la cartilla pegada a la nariz en el borde que tiene más próximas las figuras más pequeñas
- Fijar/enfocar el barril más alejado, cruzar los ojos y juntar los barriles rojo y verde en uno solo
- El paciente debe notar que el barril fusionado es simultáneamente mitad rojo mitad verde
- El siguiente cambio de enfoque es del barril alejado al barril de la mitad y otra vez aclararlo y fusionarlo viendo mitad rojo y mitad verde
- Finalmente fijar el barril más pequeño y repetir el procedimiento
- Romper fusión y enfocar un estímulo a lo lejos
- Un ciclo consiste en fusionar el barril de lejos, luego el de la mitad, luego el más próximo y al final romper mirando a lo lejos
- La meta es completar 20 ciclos manteniendo enfocados y fusionando los barriles con mínima molestia ocular

**Resultados**

Anotar el número de ciclos completados que logre hacer el paciente en cada sesión

## **Barra de Prismas**

### **Objetivo:**

Mejorar amplitud y flexibilidad de vergencias fusionales

### **Equipo**

- Barra de prismas
- Optotipo de fijación

### **Técnica**

- El paciente observa un optotipo de fijación puede ser una letra aislada o una línea vertical de letras y mantiene la fijación
- La distancia de fijación puede ser variable según el caso
- Se coloca la barra de prismas frente a uno de los ojos ya sea nasal o base temporal, depende de los que se quiera ejercitar
- Se incrementa gradualmente la potencia del prisma hasta que el paciente reporta diplopia
- Anotar el valor del prisma con el que se obtuvo la diplopia
- Con el prisma delante de un de los ojos, pedir al paciente que reporte el momento en el que recupera la fusión y retirar el prisma
- Si existe dificultad en recuperar la fusión, disminuir el poder del prisma
- Realizar el procedimiento 10 veces, el tiempo de recuperación de la fusión deberá ser cada vez más rápido
- Incrementar el poder del prisma y realizar el mismo procedimiento

### **Resultados**

- Anotar el valor más alto obtenido en base nasal y base temporal
- Distancia a la que se realizó la prueba

## **Vectogramas**

Dispositivos vectrográficos en transparencias deslizables que con el uso de filtros polarizados presentan estímulos estereoscópicos que actúan tanto en retina periférica como en retina central siendo un estímulo fuerte para la fusión.

### **Objetivo:**

Incrementar la amplitud de vergencia fusional positiva y negativa, disminuir la latencia de la respuesta fusional, incrementar la flexibilidad de vergencia fusional.

### **Técnica**

- Se coloca el vectrograma en el porta-vectrograma a una distancia de 40cm del paciente, usando unos filtros polarizados
- Para demandar divergencia, se desliza la transparencia de tal manera que aparezcan las letras en la banda de medición (base nasal) y para convergencia, los números (base temporal)
- Se le pide al paciente que mantenga la imagen sencilla y reporte cuando se vea doble
- Cuando el paciente vea doble animarlo a que trate de fusionar las imágenes y si no es posible, disminuir la demanda de vergencia
- Incrementar el valor de vergencias según pueda fusionar el paciente
- Hacer el ejercicio por varios minutos
- Monitorear el ejercicio estableciendo la presencia de la apreciación de respuesta "SILO" (Small, In: En el caso de convergencia y Large, Out: para divergencia). Además precisar localizar y ausencia de supresión.

## **Resultados**

Se anotan los valores de base nasal y base temporal en los que el paciente pueda mantener y recobrar fusión.

## **Círculos Excéntricos/Salvavidas**

Es una técnica de fusión en espacio abierto, para este ejercicio no se necesitan ni lentes ni anteojos o prismas, el paciente fusiona convergiendo y divergiendo voluntariamente y los estímulos tienen controles antisupresión y de acomodación.

Cuando el paciente trabaja convergencia el ojo derecho ve el estímulo de la izquierda y el ojo izquierdo el estímulo de la derecha.

Cuando el paciente converge en el plano adecuado las dos imágenes del centro se superponen y el paciente consigue fusión aunque también percibirá otras dos imágenes una a la derecha y la otra a la izquierda de la imagen fusionada. Debido a la excentricidad de los círculos internos de los estímulos se crea una disparidad retiniana, provocando la impresión de profundidad. Esta técnica no tiene ninguna escala prismática para indicar la cantidad de la demanda prismática.

### **Objetivo:**

- Aumentar la amplitud de vergencia fusional
- Aumentar la velocidad de respuesta de la vergencia fusional

### **Equipo**

- Círculos excéntricos/salvavidas

### **Técnica**

- Las tarjetas se sostienen a 40cm
- Se le pide al paciente que intente cruzar los ojos y sentir que está observando más cerca
- Si no lo puede hacer de manera voluntaria, ayudar con un apuntador para demostrar el punto donde debe converger para conseguir la fusión

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Indicar al paciente que cuando consiga la fusión va a observar tres círculos pero que se debe concentrar en los del centro e ignorar los laterales
  - Preguntar acerca del círculo del centro, deberá indicar que observa dos círculos, uno más grande que el otro y el grande aparece más cerca de el
  - Deberá también observar la imagen enfocada
  - Es importante que el paciente sea consciente de la impresión de profundidad ya que le servirá de retroalimentación
  - Una vez que se ha conseguido fusión, deberá mantenerse por 10 segundos, luego observar a lo lejos y volver a fusionar lo más rápido posible, repetir 20 veces el ejercicio
  - Para aumentar la dificultad de la prueba se pueden separar las imágenes 1 cm y repetir el ejercicio de la misma manera hasta que consiga fusionar con las tarjetas separadas aproximadamente 12cm
  - Los mismos procedimientos se usan para la divergencia, excepto que el paciente debe enfocar detrás del plano de las tarjetas
  - Si es difícil conseguir la fusión se le puede ayudar al paciente colocando un punto de fijación de lejos y pedir al paciente que lo observe mientras es consciente de que también observa tres círculos, los cuales estarán colocados a 25cm del paciente
  - Para la divergencia la máxima separación de las tarjetas será de 6 a 8cm
  - Finalizar el ejercicio cuando el paciente pueda realizar fusión y convergencia por 10 segundos y pasar a fusión y divergencia por 10 segundos. Pedir que alterne varios minutos
  - Terminar el ejercicio cuando pueda alternar 20 ciclos por minuto con las tarjetas separadas lo máximo posible.

## **Regla de Apertura**

A diferencia de otras técnicas no se requiere de filtros polarizadas ya que la fusión ocurre a través de un proceso conocido como fusión quiastópica (base externa) que se presenta cuando los ejes visuales del paciente se cruzan en relación a la distancia de fijación de las tarjetas que se están utilizando.

En la fusión ortópica (base interna) los ejes visuales están descruzados en relación a la distancia de fijación de las tarjetas. El aparato tiene forma de regla, dos aberturas de plástico, uno con una abertura simple y otra con una abertura doble. Doce tarjetas con distintas disparidades de 2.5 a 30dp. Se utilizan las mismas tarjetas para la convergencia y la divergencia solo que para la convergencia se utiliza la abertura simple y para la divergencia la abertura doble.

Las tarjetas son una combinación del segundo y tercer grado de fusión, cada una tiene controles antisupresión y acomodación los cuales son muy importantes para la retroalimentación del paciente y el examinador puede saber la precisión de las respuestas del paciente. La técnica está diseñada para realizarse a 40cm. La tarjeta número 1 representa una demanda de 2.5dp, la separación de los estímulos en la tarjeta 12 es de 12cm y la demanda de vergencia es de 30dp.

Las tarjetas están diseñadas de tal manera que el número de cada tarjeta represente la distancia en centímetros. Entre los centros de las tarjetas, por lo tanto, para determinar la demanda prismática de cualquier tarjeta, solo se multiplica el número de la tarjeta por 2.5.

### **Objetivo:**

- Aumentar la amplitud de vergencia fusional positiva y negativa
- Aumentar la velocidad de la respuesta de la vergencia fusional

### **Equipo**

- Regla de apertura y tarjetas
- Flippers con lentes y prismas
- Puntero

## Técnica

- Colocar la abertura sencilla en la marca del número 2 de la regla de apertura
- Las tarjetas en el lugar señalado en las propias tarjetas
- Comenzar con la tarjeta número 2
- El paciente coloca la regla en la punta de su nariz
- Preguntar al paciente lo que observa con los dos ojos abiertos, las respuestas pueden ir desde diplopia, supresión o una imagen simple fusionada
- Una vez que se consigue fusión, preguntar sobre la claridad de la imagen, los controles antisupresión y si aprecia la profundidad en los círculos
- Explicar al paciente que el objetivo del ejercicio es conseguir una visión nítida y simple
- Pedir al paciente que mantenga la fusión por 10 segundos, mirar a lo lejos momentáneamente y vuelva a intentar conseguir la fusión tan rápido como pueda
- Este procedimiento se debe repetir varias veces antes de pasar a la siguiente tarjeta
- Cuando se realiza el cambio de tarjeta colocarla en la posición correspondiente y se repite todo el procedimiento
- En la terapia de divergencia los procedimientos generales son los mismos excepto que la abertura sencilla se sustituye por la abertura doble.
- Finalizar el ejercicio cuando el paciente es capaz de conseguir visión nítida y simple con las doce tarjetas para convergencia y hasta la tarjeta 6 en divergencia.

#### **IV. HIPÓTESIS**

Debido al periodo de neuroplasticidad residual en el adulto, es posible disminuir o eliminar la ambliopía anisométrica en el adulto con nuevos tratamientos y terapias. El uso de videojuegos como elemento de rehabilitación en la ambliopía anisométrica brinda una mejor agudeza visual comparada con la terapia visual convencional.

##### **Variables**

- Agudeza Visual (v. dependiente)
- Tratamiento convencional para la ambliopía (v. independiente)
- Tratamiento para la ambliopía con el uso de videojuegos (v. independiente)
- Edad (v. cuantitativa)

## **V. OBJETIVO**

### **Objetivo General**

- Comparar en pacientes ambliopes anisométricos de entre 15 y 30 años de edad los resultados del tratamiento para la ambliopía anisométrica utilizando videojuegos como parte de la terapia visual con los resultados de los tratamientos convencionalmente empleados.

## VI. DISEÑO METODOLÓGICO

### Tipo de estudio

- Cuasiexperimental
- Analítico

### Universo de Estudio

Población entre 15 y 30 años con ambliopía tipo anisométrica, con o sin un tratamiento previo que acudan a consulta en la Óptica Elite Vision, ubicada en Ecatepec de Morelos, Estado de México y atendidos en la UAEM CU Campus Ecatepec.

### Tamaño de la Muestra

16 jóvenes adultos. Divididos en dos grupos, cada grupo de 8 sujetos.

### Criterios de inclusión

- Pacientes con ambliopía anisométrica.
- Pacientes entre 15 y 30 años de edad.
- Pacientes ambliopes que han sido sometidos a tratamientos convencionales y que se les ha dado un mal pronóstico por el factor edad.

### Criterios de Exclusión

- Pacientes con ambliopía tipo orgánica
- Pacientes con ambliopía estrábica
- Pacientes fuera del rango de edad.

## **Criterios de Eliminación**

- Pacientes que no acudan a la segunda cita o decidan no seguir con la evaluación y tratamiento

## **Métodos y procedimientos**

- El estudio consistió en la recolección de pacientes con ambliopía de tipo anisométrica, de entre 15 y 30 años de edad, con o sin tratamiento previo para ambliopía.
- Se realizó una evaluación optométrica.
- Se formaron dos grupos: 1) 8 Pacientes que fueron sometidos a tratamiento convencional para ambliopía y 2) 8 Pacientes que fueron sometidos a tratamiento con videojuegos como parte de la Terapia Visual.
- Se hizo una comparación entre los dos grupos de estudio.
- Se determinó si existe una mejoría con el uso de videojuegos como parte del tratamiento en pacientes ambliopes mayores.

## **Programa de Terapia Visual**

- Programa: Sesiones de 1 o 2 veces por semana de 45 minutos a una hora.
- Se inició con técnicas monoculares para mejorar el patrón de fijación y AV.
- Posteriormente se usaron técnicas Bi-oculares de estimulación simultánea para obtener fusión sensorial normal.
- Por último se utilizaron técnicas binoculares para establecer Visión Binocular normal.
- Las técnicas de terapia visual y la oclusión dependieron de cada paciente, entre menor Agudeza Visual mayor el tiempo de oclusión (la mayoría fue una oclusión de 3 horas al día con 45 minutos de terapia visual).
- A los pacientes del grupo 2 (con videojuegos) se les colocó un filtro rojo en el ojo ambliope para estimular la zona foveal en la fase 2 y filtros rojo/verde en la fase 3.
- Se utilizaron juegos descargados en Tablets y/o teléfonos celulares.
- El tiempo de los juegos fue de 45 minutos al día.

TERAPIA VISUAL
<p><b>TERAPIA MONOCULAR</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pelota de Marsden Acostado</li> <li>2) Laberintos (Trazo Visual)</li> <li>3) Marcas con Linternas</li> <li>4) Juego de puntos en las "O"</li> <li>5) Facilidad Acomodativa Monocular</li> </ol>
<p><b>TERAPIA BIOCULAR (antisupresión)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Libros punteados y Crucigramas (gafas rojo/verde)</li> <li>2) Lente roja y Luz Puntual</li> </ol>
<p><b>TERAPIA BINOCULAR</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Cuerda de Brock</li> <li>2) Barra de Prismas</li> <li>3) Facilidad Acomodativa Binocular</li> </ol>
<p>*Se tomó el tiempo y la mejoría de cada actividad.</p>

TABLA 2. Plan de Terapia Visual

Antes de iniciar con el programa de terapia visual activa se consideró la corrección óptica de la ametropía, adición, prismas y oclusión.

**Monocular**

**a) Terapia acomodativa**

- Se inició el entrenamiento en dirección a la dificultad
- Independientemente del diagnóstico encontrado, se entrenó estimulación y relajación de la acomodación
- Se enfatizó calidad, no cantidad
- Se trató de igualar amplitud y facilidad de ambos ojo

## **b) Terapia Motor-Ocular**

- Se enfatizó primero exactitud y después velocidad de los movimientos sacádicos y de seguimiento.
- En los movimientos sacádicos: se inició con movimientos largos y después pequeños
- En los movimientos de seguimientos: se inició con movimientos finos y pequeños y después largos
- Se inició la terapia en forma monocular y después binocularmente para igualar habilidades en ambos ojos. Tanto en velocidad como en exactitud.
- Se trató de eliminar movimientos de cabeza durante los movimientos oculares
- Se incrementó la complejidad de los ejercicios para desarrollar automaticidad, se puede agregar un metrónomo, tabla de balance.

## **Bi-ocular**

### **c) Terapia antisupresión**

- Se seleccionaron condiciones de iluminación y del estímulo en las que sea menos probable la supresión
- Se varió intensidad de estímulo, de preferencia en un ojo
- Se comenzó con luz brillante y poca iluminación ambiental para crear un gran contraste.
- Se aumentó iluminación en ojo que suprime, disminuir iluminación en ojo que no suprime
- Se modificó enfoque: ojo dominante desenfocado y el ojo que suprime enfocado
- Se inició con condiciones artificiales y progresivamente en etapas finales, establecer condiciones más naturales

**d) Terapia binocular**

- Se inició el entrenamiento en dirección a la dificultad
- Se utilizaron técnicas de imágenes periféricas con alta demanda de estereopsis y gradualmente incorporar imágenes con detalles centrales
- Se inició el ejercicio permitiendo una respuesta acomodativa inadecuada, es decir, no se requiere acomodación precisa
- Se entrenó vergencia fusional positiva y negativa (convergencia y divergencia) independientemente del diagnóstico
- Se enfatizó primero amplitud y después facilidad de la respuesta fusional de vergencias

VIDEOJUEGOS
<p><b>FASE 1</b> Se ocluyo el ojo sano y se usó el juego solo con el ojo ambliope</p>
<p><b>FASE 2:</b> Se colocó frente a la pantalla del celular o Tablet un filtro rojo, usando gafas rojo/verde para "forzar" al ojo ambliope. (Lente roja en ojo ambliope).</p>
<p><b>FASE 3:</b> Se colocó frente a la pantalla del celular o tablet la mitad de un filtro rojo y la otra mitad un filtro verde, usando gafas rojo/verde para tener una estimulación biocular.</p>
<p><b>FASE 4:</b> Se retiraron los filtros y gafas rojo/verde.</p>
<p>* El uso de los videojuegos fue 1 hora al día</p>
<p>* Se registraron los resultados y mejorías en los diferentes juegos.</p>
<p>* <b>El uso de videojuegos fue a la par con la Terapia Visual por ejemplo: Terapia Monocular con Fase 1 y 2 Terapia Biocular con Fase 3 y T. Binocular con Fase 4.</b></p>

TABLA 3. Plan de Incorporación de los Videojuegos

### Videojuegos

La incorporación de los videojuegos fue en fases

Fase 1: Ocluir ojo sano y ver solo el juego con el ojo ambliope.

Fase 2: Se colocó sobre la pantalla de la Tablet o celular un filtro rojo, y se le pidió al paciente usar unas gafas rojo-verde para “forzar” al ojo ambliope. (Fig. 1)

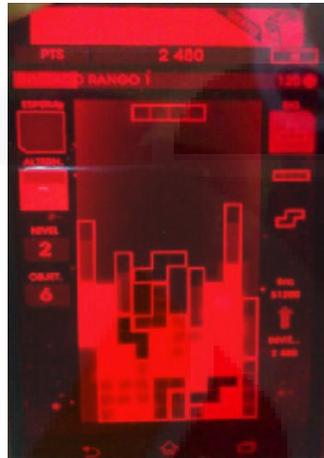


FIGURA 1

Fase 3: Se coloca sobre la pantalla de la Tablet o celular la mitad de filtro verde y la mitad con filtro rojo, pidiéndole al paciente usar gafas rojo-verdes para tener una estimulación bi-ocular.(Fig. 2)



FIGURA 2.

Fase 4: Se retiran los filtros y las gafas rojo-verdes.

La elección de los juegos fue principalmente conseguir uno en dónde se forzaran las habilidades y destrezas visuales y perceptuales del paciente.

Las actividades se dividieron en tres juegos.

**Juego No. 1: Despicable Me, Minion Rush**

Este juego consiste en poner a prueba las habilidades para esquivar objetos, alcanzar un control en los movimientos incrementando la velocidad.



FIGURA 3

**Juego No. 2 Juegos Mentales**

Este juego posee cuatro categorías y estas tres subcategorías las cuales comprenden memoria visual, concentración, velocidad, cálculo, razonamiento, agilidad visual y más.(Fig.4)



FIGURA 4

### Juego No. 3 Tetris

Este juego permite la visualización de las piezas, fortaleciendo también la velocidad y la discriminación visual.(Fig.5)

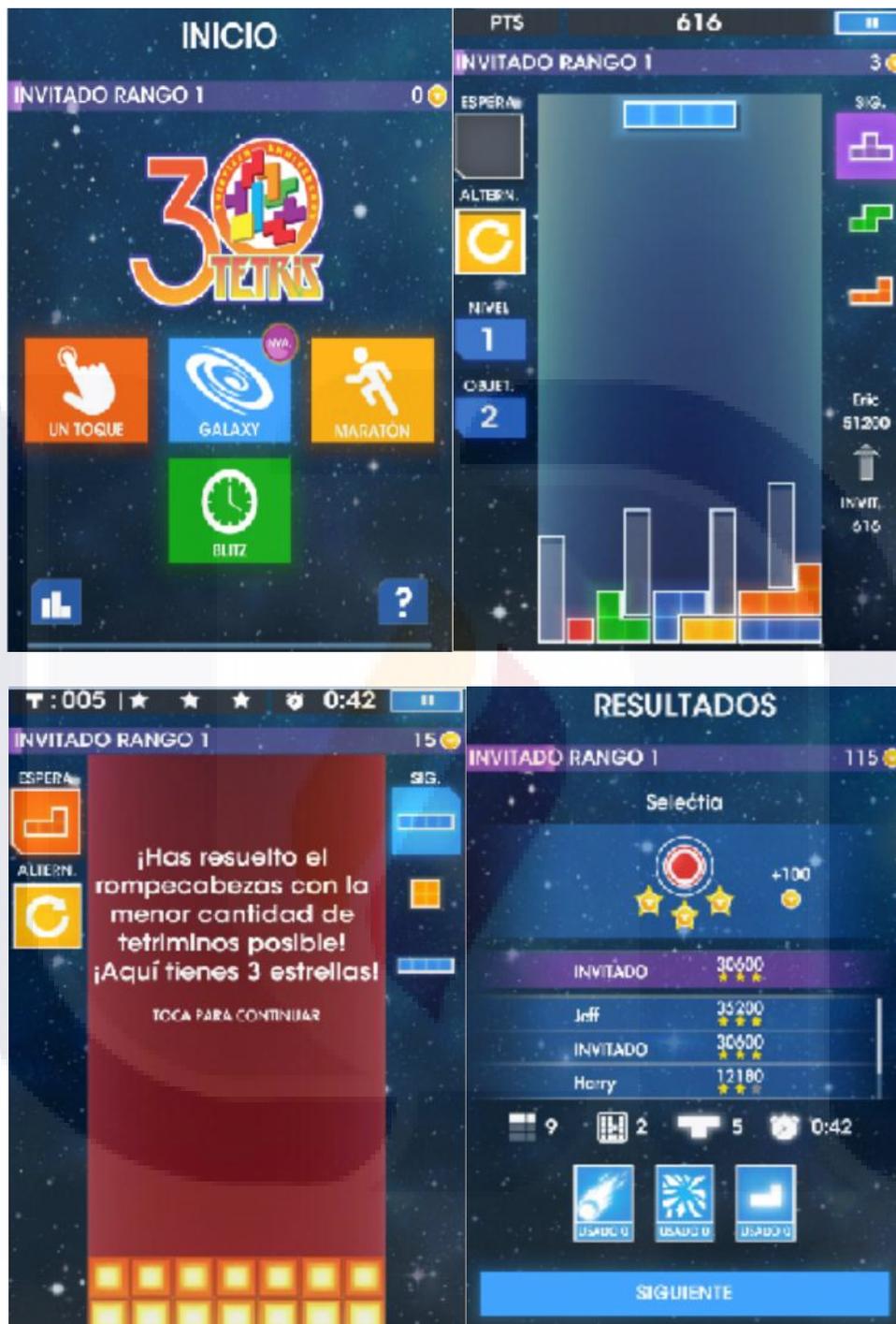


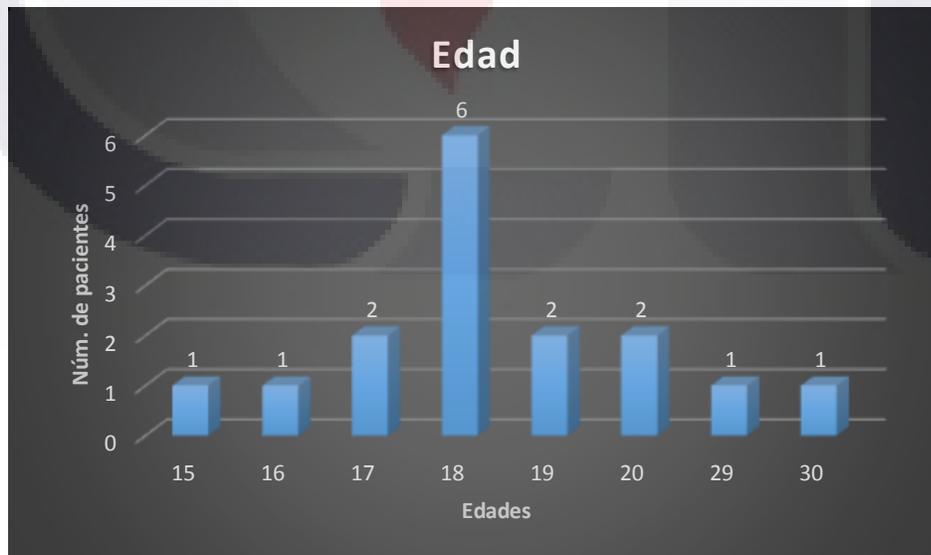
FIGURA 5

## VII. RESULTADOS

A continuación se presentan gráficas y tablas con respecto a sexo, edad de los pacientes, AV inicial, intermedia y final de los dos grupos de pacientes. La muestra se integró por 10 hombres y de 6 mujeres (n=16).



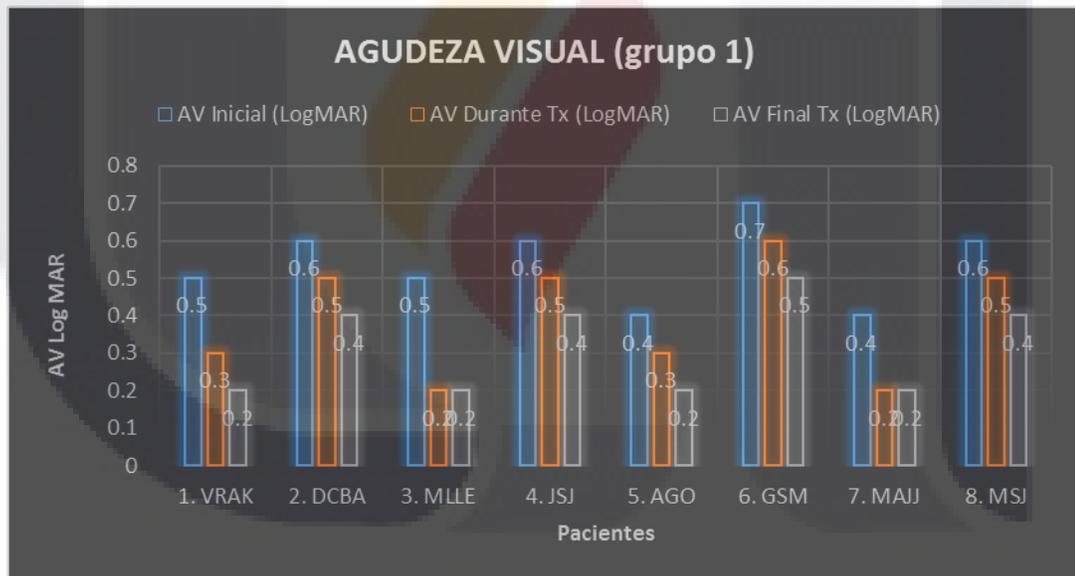
GRÁFICA 1. Se muestra un mayor número de pacientes hombres (10, 62%) que de pacientes mujeres (6, 38%).



GRÁFICA 2. El mayor número de pacientes evaluados en este estudio se encontró en un rango de edad de 17-20 años.

Pacientes Grupo 1	AV Inicial (LogMAR)	AV Durante Tx (LogMAR)	AV Final Tx (LogMAR)
1. VRAK	0.5	0.3	0.2
2. DCBA	0.6	0.5	0.4
3. MLLE	0.5	0.2	0.2
4. JSJ	0.6	0.5	0.4
5. AGO	0.4	0.3	0.2
6. GSM	0.7	0.6	0.5
7. MAJJ	0.4	0.2	0.2
8. MSJ	0.6	0.5	0.4

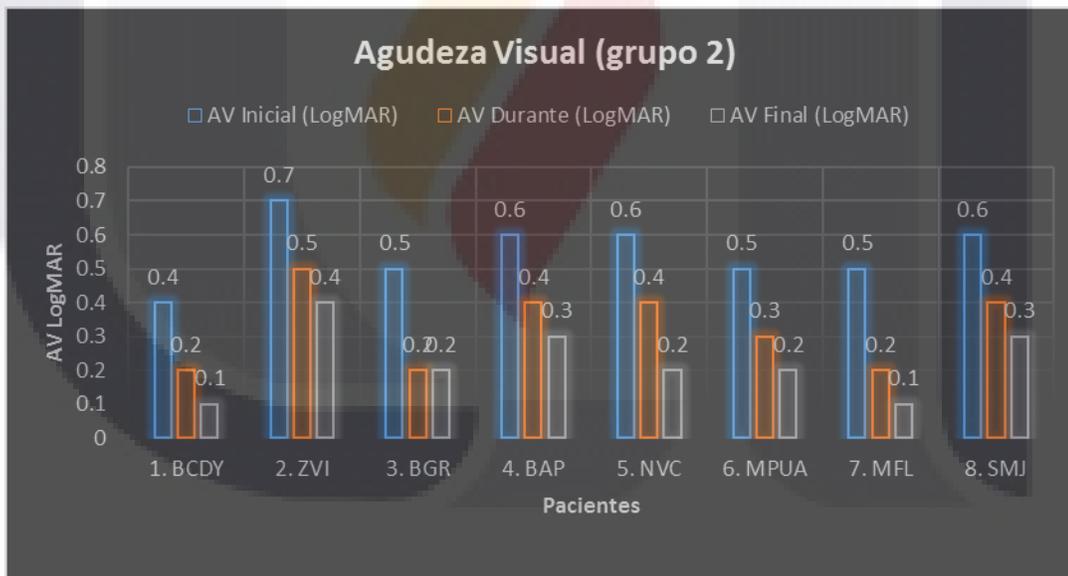
TABLA 4. Valores de la Agudeza Visual del Ojo Ambliope del Grupo 1 (tratamiento “convencional”) al inicio, durante y al termino del tratamiento.



GRÁFICA 3. Se muestran las tres mediciones de Agudeza Visual de los 8 pacientes del Grupo 1. Se realizó la conversión de Snellen a LogMAR.

Pacientes Grupo 2	AV Inicial (LogMAR)	AV Durante (LogMAR)	AV Final (LogMAR)
1. BCDY	0.4	0.2	0.1
2. ZVI	0.7	0.5	0.4
3. BGR	0.5	0.2	0.2
4. BAP	0.6	0.4	0.3
5. NVC	0.6	0.4	0.2
6. MPUA	0.5	0.3	0.2
7. MFL	0.5	0.2	0.1
8. SMJ	0.6	0.4	0.3

TABLA 5. Valores de la Agudeza Visual del Grupo 2 (tratamiento con ayuda de videojuegos) al inicio, durante y al termino del tratamiento.



GRÁFICA 4. Se muestran las tres mediciones de Agudeza Visual de los 8 pacientes del Grupo 2. Se realizó la conversión de Snellen a LogMAR.



GRÁFICA 5.



GRÁFICA 6.

En las gráficas 5 y 6 se muestran a los 8 pacientes de cada grupo acomodados por edades, se ha mencionado que la edad es un factor importante para un buen pronóstico en la ambliopía, sin embargo depende también de la ametropía, del tratamiento empleado, y lo más importante que el paciente lo cumpla adecuadamente.

		Descriptivos			
		Tipo de Tratamiento	Estadístico	Error típ.	
Agudeza Visual Inicial	Tx Convencional	Media	.538	.0375	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.449	
			Límite superior	.626	
		Media recortada al 5%	.536		
		Mediana	.550		
		Varianza	.011		
		Desv. típ.	.1061		
		Mínimo	.4		
		Máximo	.7		
		Rango	.3		
		Amplitud intercuartil	.2		
		Asimetría	-.045	.752	
		Curtosis	-.940	1.481	
		Tx combinado con Videojuegos	Media	.550	.0327
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	.473	
			Límite superior	.627	
	Media recortada al 5%		.550		
	Mediana		.550		
	Varianza		.009		
	Desv. típ.		.0926		
	Mínimo		.4		
	Máximo		.7		
	Rango		.3		
	Amplitud intercuartil		.1		
	Asimetría	.000	.752		
Curtosis	.000	1.481			

TABLA 6. Medidas de Tendencia central de la AV Inicial de los dos grupos.

		Descriptivos			
		Tipo de Tratamiento	Estadístico	Error típ.	
Agudeza Visual Intermedia	Tx Convencional	Media	.388	.0549	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.258	
			Límite superior	.517	
		Media recortada al 5%	.386		
		Mediana	.400		
		Varianza	.024		
		Desv. típ.	.1553		
		Mínimo	.2		
		Máximo	.6		
		Rango	.4		
		Amplitud intercuartil	.3		
		Asimetría	-.033	.752	
		Curtosis	-1.886	1.481	
		Tx combinado con Videojuegos	Media	.325	.0412
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	.228	
			Límite superior	.422	
	Media recortada al 5%		.322		
	Mediana		.350		
	Varianza		.014		
	Desv. típ.		.1165		
	Mínimo		.2		
	Máximo		.5		
	Rango		.3		
	Amplitud intercuartil		.2		
	Asimetría	.090	.752		
Curtosis	-1.613	1.481			

TABLA 7. Medidas de Tendencia central de la AV Intermedia de los dos grupos.

		Descriptivos			
		Tipo de Tratamiento	Estadístico	Error típ.	
Agudeza Visual Final	Tx Convencional	Media	.313	.0441	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.208	
			Límite superior	.417	
		Media recortada al 5%	.308		
		Mediana	.300		
		Varianza	.016		
		Desv. típ.	.1246		
		Mínimo	.2		
		Máximo	.5		
		Rango	.3		
		Amplitud intercuartil	.2		
		Asimetría	.286	.752	
		Curtosis	-1.984	1.481	
		Tx combinado con Videojuegos	Media	.225	.0366
	Intervalo de confianza para la media al 95%		Límite inferior	.138	
			Límite superior	.312	
	Media recortada al 5%		.222		
	Mediana		.200		
	Varianza		.011		
	Desv. típ.		.1035		
	Mínimo		.1		
	Máximo		.4		
Rango	.3				
Amplitud intercuartil	.2				
Asimetría	.386	.752			
Curtosis	-.448	1.481			

TABLA 8. Medidas de Tendencia central de la AV Final de los dos grupos.

**Estadísticos de muestras relacionadas**

Grupo 1	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
AV inicial	.5375	8	.10607	.03750
AV final	.3125	8	.12464	.04407

**Correlaciones de muestras relacionadas**

Grupo 1	N	Correlación	Sig.
AV inicial y AV final	8	.932	.001

TABLA 9. Estadísticas y correlaciones de agudezas visuales iniciales y finales del grupo 1

**Prueba de muestras relacionadas**

Grupo 1	Diferencias relacionadas				
				95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior
AV inicial y AV final	.22500	.04629	.01637	.18630	.26370

**Prueba de muestras relacionadas**

Grupo 1			
	t	gl	Sig. (bilateral)
AV inicial y AV final	13.748	7	.000

TABLA 10. Prueba t de student que muestra la significancia estadística entre la agudeza visual final respecto a la inicial del grupo1

**Estadísticos de muestras relacionadas**

Grupo 2	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
AV inicial	.5500	8	.09258	.03273
AV final	.2250	8	.10351	.03660

**Correlaciones de muestras relacionadas**

Grupo 2	N	Correlación	Sig.
AV inicial y AV final	8	.894	.003

TABLA 11. Estadísticas y correlaciones de agudezas visuales iniciales y finales del grupo 2

**Prueba de muestras relacionadas**

Grupo 2	Diferencias relacionadas				
				95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior
AV inicial y AV final	.32500	.04629	.01637	.28630	.36370

**Prueba de muestras relacionadas**

Grupo 2			
	t	gl	Sig. (bilateral)
AV inicial y AV final	19.858	7	.000

TABLA 12. Prueba t de student que muestra la significancia estadística entre la agudeza visual final respecto a la inicial del grupo 2

**Estadísticos de muestras relacionadas**

Grupo 1 y Grupo 2	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
AV final grupo 1	.3125	8	.12464	.04407
AV final grupo 2	.2250	8	.10351	.03660

**Correlaciones de muestras relacionadas**

Grupo 1 y Grupo 2	N	Correlación	Sig.
AV final grupo 1 y AV final grupo 2	8	.637	.090

TABLA 13. Estadísticas y correlaciones de agudezas visuales finales de grupo 1 y el grupo 2

**Prueba de muestras relacionadas**

Grupo 1 y Grupo 2	Diferencias relacionadas				
				95% Intervalo de confianza para la diferencia	
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	Inferior	Superior
AV final grupo 1-AV final grupo 2	.08750	.09910	.03504	.00465	.17035

**Prueba de muestras relacionadas**

Grupo 1 y Grupo 2			
	t	gl	Sig. (bilateral)
AV final grupo 1-AV final grupo 2	2.49	7	.041

TABLA 14. Prueba t de student que muestra la significancia estadística entre la agudeza visual final del grupo 1 respecto a la agudeza visual final del grupo 2

Las tablas de estadísticas y correlaciones obtenidas con el programa estadístico SPSS muestran la mejoría de la agudeza visual al final del tratamiento, tanto para los sujetos del grupo 1, manejado con terapia visual convencional, como para los del grupo 2, manejado

con los videojuegos, así como la significancia estadística de dicha mejoría por medio de la prueba de t de student.

También se puede apreciar que las medias en los valores de agudeza visual al final de los tratamientos de los dos grupos hubo una diferencia, mostrándose mejores valores para el grupo 2, manejado con los videojuegos y además presentándose significancia estadística en esa diferencia.



## VIII. DISCUSIÓN

La finalidad de este estudio fue conocer y comparar la Agudeza Visual de dos grupos de estudio con Ambliopía Anisométrica, los cuales fueron sometidos a un tipo de tratamiento cada uno. Teniendo en cuenta la Agudeza Visual, se empezó a seleccionar a los pacientes como posibles ambliopes, la captación fue en su mayoría en la UAEM CU Campus Ecatepec.

Al realizar la evaluación optométrica se descartaron pacientes con ambliopías estrabicas, ambliopías isométricas, fijaciones excéntricas, ambliopías de tipo orgánicas. Posteriormente se seleccionaron 20 pacientes y se dividieron en dos grupos (Grupo 1 y Grupo 2), se indicó su mejor corrección óptica por un mes para una nueva valoración. Dos de los 20 pacientes se descartaron por 1) mejoría en la Agudeza Visual y no querer continuar con el estudio y 2) ya no se presentó a la revisión mensual.

Al mes se realizó un plan de Oclusión y Terapia Visual para ambos grupos, en su gran mayoría la oclusión fue de 3 horas al día, recordando que entre peor AV mayor tiempo de oclusión. La Terapia Visual se inició por la fase monocular enfocada en mejorar la motilidad ocular, la fijación y la acomodación. Muchos pacientes mostraron mejorías en esta fase.

La Terapia fue dos veces por semana con una duración de 45 minutos y en casa diariamente de 15-30 minutos, dependiendo la AV. Cada ejercicio de Terapia debía llevar un control de tiempo y mejoría para que el paciente tratara de superar los ciclos, la precisión, exactitud, etc., en cada sesión.

Al mostrar un avance en la fase monocular, los pacientes pasaron a la fase biocular, enfocándonos en la supresión, pidiéndole a los pacientes esforzarse para lograr una integración. Finalmente pasamos a la fase binocular, el entrenamiento de las vergencias nos permitirá mantener una buena fusión sin problema.

Es muy importante mencionar que hubo pacientes que no cumplían con los horarios de Terapia y Oclusión, por lo que dos de los 18 pacientes fueron descartados a la mitad del estudio.

En las gráficas podemos ver que se atendió a más número de pacientes hombres que mujeres y en cuanto a la edad, fueron más pacientes de 18 años. Se ha mencionado en muchos estudios y artículos que la ambliopía solo puede ser tratada antes de los 6 o hasta los 8 años. En ambos grupos se manejan edades superiores a esa edad, incluso de 29 y 30 años con mejorías importantes.

Sabemos que entre menor edad tenga el paciente el pronóstico será más alentador, pero conociendo el periodo de neuroplasticidad y el uso de diversas herramientas en este caso los videojuegos podemos ofrecer más alternativas a pacientes mayores con Ambliopía Anisométrica.

Para las sesiones en casa se explicó detalladamente cada ejercicio a los pacientes, al igual que se le ofreció el material necesario para realizar la terapia.

En el caso de los pacientes del Grupo 2, la idea principal era realizar la Terapia Visual con videojuegos en dónde el paciente se encontrara en un plano más tridimensional, para hacer uso de más habilidades visuales como los juegos de X-BOX, pero no todos los pacientes tenían acceso o gusto por este tipo de juegos, por lo que se optó por utilizar juegos descargables en dispositivos móviles (celulares, tablets) en donde también se pusieran a prueba algunas habilidades, estimulando al ojo ambliope con ayuda de filtros.

Aparentemente el uso de Videojuegos resultó más llamativo para los pacientes por lo que se sentían motivados a realizar la Terapia Visual, la incorporación de los videojuegos ayudó bastante debido al uso de filtros para estimular al ojo ambliope y porque en la fase 2 y 3 (colocar filtros rojo, y rojo verde sobre la pantalla y el uso de gafas rojo/verde sin ocluir) permitió la estimulación de ambos ojos al mismo tiempo sin recurrir directamente a la oclusión, logrando así una mejor integración biocular y posteriormente una adecuada binocularidad.



## CONCLUSIONES

1. Como se ha mencionado en repetidas ocasiones pero es importante recalcar, la ambliopía anisométrica puede disminuirse o eliminarse con un tratamiento adecuado, no importando la edad que tenga el paciente.
2. El periodo de Neuroplasticidad nos permite ver recuperarse a pacientes de accidentes cerebro-vasculares, traumatismos, tumores, etc., por lo que no ofrecer un tratamiento para problemas como la ambliopía a pacientes mayores sería limitarnos como profesionales de la salud dedicados y enfocados al bienestar de nuestros pacientes.
3. El uso de videojuegos es una herramienta más dentro del tratamiento para la Ambliopía, por lo que debe seguir indicaciones y formas de uso, también conocer el tipo de terapia que se indicará a los pacientes. Ya que no por usar videojuegos se están mejorando problemas visuales, debe tenerse claro lo que se pretende lograr tanto con la terapia como con el uso de los videojuegos.
4. El tratamiento junto con el uso de videojuegos mostró mejores resultados de AV aun en pacientes de 29 y 30 años. Por lo que se concluye que esta herramienta es más llamativa para los pacientes durante el tratamiento. El estar “jugando” y al mismo tiempo mejorando su desempeño visual hace que los pacientes no pierdan el interés tan rápido y abandonen el tratamiento.
5. Finalmente se concluye que el éxito del tratamiento no solo depende de indicar el tratamiento y esperar a que la ambliopía desaparezca. El éxito consiste en que el paciente se comprometa y lo cumpla.

## GLOSARIO

**Agudeza Visual (AV):** Capacidad de percibir y diferencias dos estímulos separados por un ángulo determinado, o dicho de otra manera es la capacidad de resolución espacial del sistema visual.

**Ambliopía:** Disminución de la Agudeza Visual causado por un desarrollo visual anormal secundario a una estimulación visual deficiente. Popularmente, al ojo ambliope se le denomina “ojo vago”. Clínicamente, la ambliopía se define como la disminución de la agudeza visual, monocular o binocular de al menos 2 líneas de AV Snellen.

**Ambliopía Anisométrica:** Es causada por una anisometropía que impide que la imagen se forme nítida en ambas retinas a la vez. Es más frecuente en anisometropías hipermetrópicas, en las que el sujeto utilizará siempre el ojo menos amétrope, que en las miópicas, en las que utilizará el menos amétrope para visión lejana y el más amétrope para visión próxima existiendo mayor grado de desarrollo visual.

**Ambliopía Estrabica:** Se debe a la alteración en el desarrollo visual secundaria a un estrabismo que se produce en el ojo desviado. Es más frecuente en endotropías (estrabismo convergente) que en exotropías (estrabismo divergente).

**Ambliopía Funcional:** Es la ambliopía que puede ser revertida con el tratamiento adecuado.

**Ambliopía Isométrica:** Disminución de Agudeza Visual en ambos ojos por graduaciones muy altas que impiden imágenes claras en la retina.

**Ambliopía Orgánica:** Es la disminución de la Agudeza Visual causada por defectos estructurales y no depende de la estimulación recibida. Puede ser consecuencia de diversas lesiones o malformaciones occipitales, atrofia de nervio óptico, etc.

**Anisometropía:** Es la diferencia de graduación entre ambos ojos.

**Diplopia:** Término referido a visión doble.

**Fijación Central:** El objeto de interés cae directamente en el área foveal (zona de mayor agudeza visual).

**Fijación Excéntrica:** El objeto de interés cae en un área extrafoveal (zona de agudeza visual menor).

**Neuroplasticidad:** Capacidad del cerebro de aumentar o disminuir el número de ramificaciones neuronales y de sinapsis, a partir del estímulo sobre la corteza cerebral. El aumento del volumen del cerebro entre el nacimiento y la edad adulta se atribuye al desarrollo de axones y dendritas, y al establecimiento de la conmutación cerebral mediante las conexiones sinápticas entre las neuronas.

**Nistagmus:** Es un movimiento involuntario e incontrolable de los ojos. El movimiento puede ser horizontal, vertical, rotatorio, oblicuo o una combinación de estos. El nistagmo está asociado a un mal funcionamiento en las áreas cerebrales que se encargan de controlar el movimiento, pero no se comprende muy bien la naturaleza exacta de estas anomalías.

**Periodo Crítico:** Tiempo relativamente corto de máxima sensibilidad, que quizá se alarga hasta los tres años en los humanos. Fase en el ciclo de la vida cuando un organismo tiene un nivel más alto de sensibilidad a estímulos exógenos que son obligatorios para el desarrollo de una habilidad particular. Si el organismo no recibe el estímulo adecuado durante este "periodo crítico", puede resultar menos exitoso, o incluso imposible a la hora de desarrollar algunas de las funciones vitales posteriores.

**Supresión Cortical:** Condición en la cual existe una inhibición cortical de la información proveniente de un ojo bajo condiciones binoculares.

**Terapia Visual:** Es una secuencia de actividades prescritas, para desarrollar correctamente las habilidades visuales y el procesamiento de la información. Sirve para apoyar a niños, adolescentes y adultos con problemas visuales tales como disfunciones oculo-motoras, desordenes binoculares no estrábigos, estrabismo, ambliopía, desordenes acomodativos, desordenes del procesamiento de la información.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Martín. Vecilla. Manual de optometría. Ed. Médica panamericana 2010; 391-398.
2. Hernández T. Amaya R. De la Fuente M. Ambliopía. Revista del Hospital General “Dr. Manuel Gea González”. 2001; 4: 3: 54-56.
3. Scheiman M. Wick B. Tratamiento clínico de la visión binocular. J.B. Lippincott Company. 1994; 490-506.
4. Powell C, Porooshani H, Bohorquez MC, Richardson S. Cribaje (screening) para la ambliopía en niños (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2008 Número 4. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de *The Cochrane Library*, 2008 Issue 3. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).
5. Wiesel T. Hubel D. Single-cell responses in striate cortex of kittens deprived of vision in one eye. *Journal of neurophysiology*. 1963; 26: 1003-1017.
6. Espinosa J. Alternativas a la oclusión en la terapia de ambliopía. *Revista mexicana de optometría*. 2012; 17: 5-9.
7. Thompson B. Mansouri B. Koski L. Hess R. Brain plasticity in the adult: modulation of function in amblyopia with rTMS. *Current biology*. 2008; 18: 1067-1071.
8. Hess R. Mansouri B. Thompson B. A new binocular approach to the treatment of amblyopia in adults well beyond the critical period of visual development. *McGill vision research, department of ophthalmology, mcgill university*. 2010; 28: 1-10.
9. SIODEC BLOG, consultado 20 de diciembre de 2013. <http://blogsioddec.wordpress.com/tag/current-biology/>

10. Rutstein R. Fuhr P. Efficacy and stability of amblyopia therapy. Optometry and vision science. 1992; 10: 69: 747-754.
11. Martin A. Romero M. La ambliopía: revisión bibliográfica sobre la eficacia del factor tiempo en los diferentes métodos de tratamiento. 16: 10-13.
12. [http://moodle18.dgd.uaa.mx/file.php/1014/Variables\\_de\\_una\\_investigacion/Presentacion/VARIABLES%20DE%20UNA%20INVESTIGACION%20-%20Engage%20output/engage.html](http://moodle18.dgd.uaa.mx/file.php/1014/Variables_de_una_investigacion/Presentacion/VARIABLES%20DE%20UNA%20INVESTIGACION%20-%20Engage%20output/engage.html)
13. Perandones E. Videojuegos para la salud. VI Curso comunicación y salud. 2010. Madrid.
14. Harley E. Estrategias en el tratamiento de la ambliopía. Revista mexicana de oftalmología. 2001; 75(2): 70-74.
15. Carulla M. Ambliopía: una revisión desde el desarrollo. Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular. 2008; 11: 111-119.
16. Urtibia C. Neurobiología de la visión. Universidad Politécnica de Catalunya. 1999; 163-165.
17. Moguel-Ancheita S. Orozco-Gómez L. Disfuncionalidad neuronal y psicomotora como resultado del retraso en el tratamiento de la ambliopía. Cirugía y cirujanos, 2007; 75: 481-489.
18. Soriano C. Guillazo G. Fundamentos de neurociencia. Ed. UOC. 2007; 96-104.
19. Bach-Y-Rita P. Wl cab E. Bases científicas de la rehabilitación neurológica tardía. Madrid. 2000; 34(5): 327-334.

20. Aguilar F. ¿Es posible la restauración neuronal? mecanismos biológicos de la plasticidad neuronal. Plasticidad y restauración neurológica. México. 2003; 2(2): 143-152.
21. Pons A. Martínez F. Fundamentos de visión binocular. Publicacions de la univeritat d'alacant. 2004. Pág 383.

<b>Lugar de trabajo: Óptica Élite Vision</b> <b>Isabel la Católica Núm. 24. Col. El Calvario, Ecatepec, Estado de México. C.P. 55020</b>	<b>Puesto/cargo: Lic. en Optometría/Propietario</b>
<b>Teléfono: 044 55 33 32 03 09</b>	

**ANEXO A**

Base de Datos
GRUPO 1 Tx Tradicional

Folio	Nombre	Sexo	Edad
AV s/Rx	Retinoscopia		
OD	OD		
OI	OI		
AO	AO		

Tipo de Tratamiento	
Corrección óptica	
Oclusión	Tipo de oclusión
	Plan de oclusión
Terapia Visual	Plan de Terapia

Sesión	Tiempo
1,2,3...	1hr, 2 hrs...

AV c/Tx
OD
OI

Observaciones *variable cualitativa

**ANEXO B**

Base de Datos
GRUPO 2 Tx c/Videojuegos

Folio	Nombre	Sexo	Edad
AV s/Rx	Retinoscopia	AV c/Rx	
OD	OD	OD	
OI	OI	OI	
AO	AO	AO	

Tipo de Tratamiento	
Corrección óptica	
Oclusión	Tipo de oclusión
	Plan de oclusión
Terapia Visual	Plan de Terapia
Videojuego	

Sesión	Tiempo
1,2,3...	1hr, 2 hrs...

AV c/Tx
OD
OI

Observaciones *variable cualitativa

## ANEXO C

### HISTORIA CLÍNICA

NOMBRE			Fecha
Edad	Sexo M F	Ocupación	Teléfono
Domicilio		Referido SI NO	

Interrogatorio					
AV s/Rx	CV	AV cerca s/Rx	AV c/Rx Anterior	AV cerca c/Rx Anterior	Rx Anterior
OD 20/	OD 20/	OD 20/	OD 20/	OD 20/	OD
OI 20/	OI 20/	OI 20/	OI 20/	OI 20/	OI
AO 20/	AO 20/	AO 20/	AO 20/	AO 20/	Add

DIP	PPC Rompe:	Recupera:
-----	------------	-----------

Cover Test	Maddox	Motilidad Ocular	
Lejos		Versiones	Sacádicos
Cerca		Ducciones	Seguimiento

Retinoscopia	AV	Fijación			PPC c /Rx	ARN
OD	20/	Central	Estable	Inestable		ARP
OI	20/	Excéntrica	Estable	Inestable		AC/A
Add						

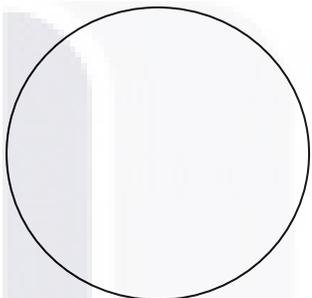
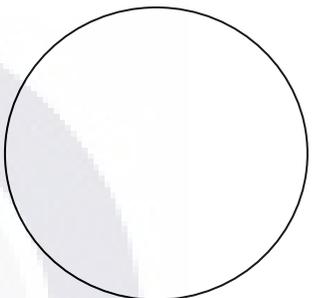
Facilidad Acomodativa	Vergencias Fusionales	Convergencia (BT)	Divergencia (BN)	Supra /
OD	Lejos	/ /	/ /	Infra /
OI	Cerca	/ /	/ /	MEM
AO	Flexibilidad Acomodativa	cpm		OD OI

Puntos de Worth	Estereotest	Queratometrías
		OD

		OI
--	--	----

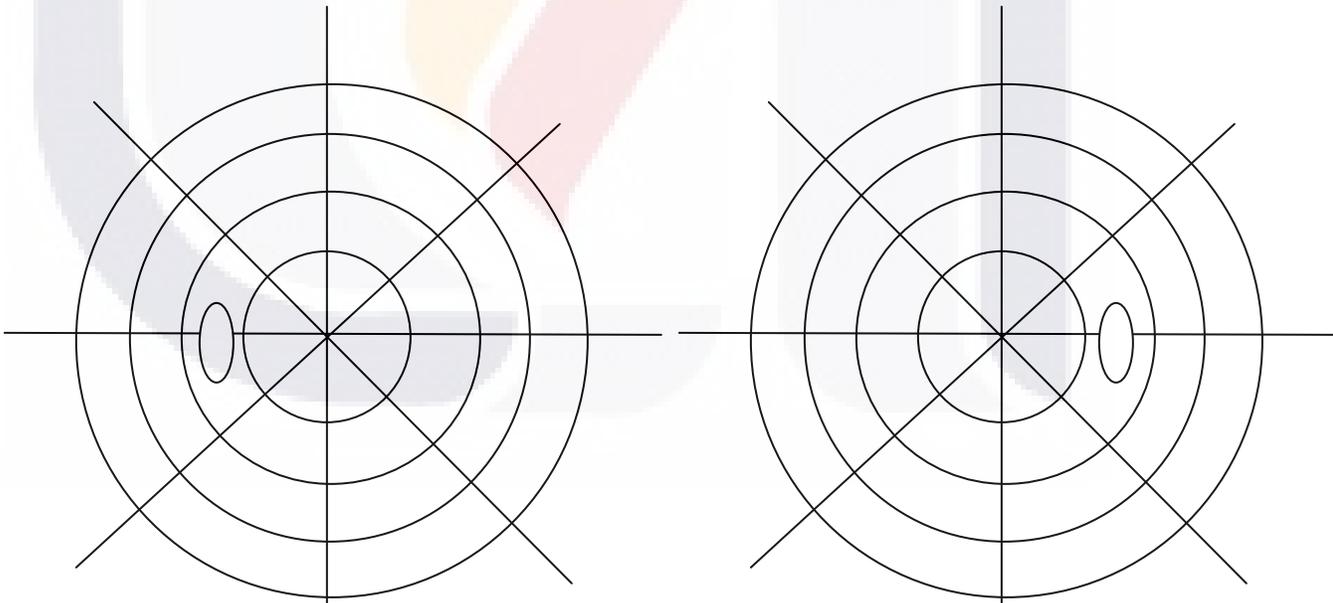
Segmento Anterior	Reflejos Pupilares

**OFTALMOSCOPIA**

 <b>OD</b>	<b>PAPILA</b>	 <b>OI</b>
	<b>EXCAVACION</b>	
	<b>RADIO</b>	
	<b>PROFUNDIDAD</b>	
	<b>VASOS</b>	
	<b>REL A/V</b>	
	<b>MACULA/REFLEJO</b>	

**RETINA PERIFERICA**

**CAMPIMETRIA**



**GRID DE AMSLER**

--	--



## ANEXO D

### Consentimiento Informado

<b>Consentimiento Informado para participar en el estudio de investigación</b>		
<b>Ecatepec de Morelos, Méx a _____</b>		
<b>Título del Protocolo:</b> <i>“Comparación de tratamientos para la ambliopía anisométrica en pacientes de 15 a 30 años de edad”</i>		
El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La presente investigación es conducida por el <i>L.O. Erick Omar Morales Pérez</i> de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. La meta de este estudio es: <i>Comparar el tratamiento para la ambliopía funcional utilizando videojuegos junto con terapia visual con los tratamientos comúnmente empleados en pacientes adultos ambliopes.</i></li> </ul>		
. Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá responder preguntas en una entrevista (o completar una encuesta, o lo que fuera según el caso), así como la participación en la realización de pruebas optométricas.		
La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Sus respuestas al cuestionario y a la entrevista serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas.		
Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acepto participar voluntariamente en esta investigación. He sido informado (a) de la meta de este estudio.</li> <li>- Me han indicado también que tendré que responder cuestionarios y preguntas en una entrevista.</li> <li>- Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo comunicarme al teléfono 5533320309.</li> <li>- Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar al teléfono anteriormente mencionado.</li> </ul>		
-----		
Nombre del Participante	Firma del Participante	Fecha
(en letras de imprenta)		