



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**DEPARTAMENTO DE OPTOMETRIA**

**TESIS**

**EFFECTOS EN AGUDEZA VISUAL Y SENSIBILIDAD AL  
CONTRASTE A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE PRISMAS  
VERTICALES Y FILTROS EN AMBLIOPÍA**

**PRESENTA**

**René Fernández Rojo**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN REHABILITACIÓN VISUAL**

**TUTOR**

**Dr. Sergio Ramírez González**

**Aguascalientes, Ags. 27 de mayo 2019**

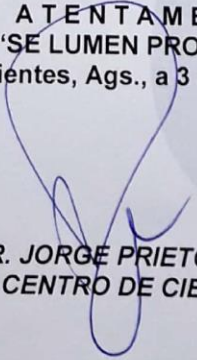
**DRA. EN ADMÓN. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ SERNA  
DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
P R E S E N T E**

Estimada Dra. Martínez:

Por medio de este conducto informo que el documento final de Tesis Titulado:  
**EFFECTOS EN AGUDEZA VISUAL Y SENSIBILIDAD AL CONTRASTE A TRAVÉS DE  
LA APLICACIÓN DE PRISMAS VERTICALES Y FILTROS EN AMBLIOPIA,**  
presentado por el sustentante **C. RENÉ FERNÁNDEZ ROJO** con ID **231922**, egresado  
de la Maestría en Rehabilitación Visual, cumple las normas y lineamientos establecidos  
institucionalmente para presentar el examen de grado.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
**“SE LUMEN PROFERRE”**  
Aguascalientes, Ags., a 3 de Junio de 2019.



**DR. JORGE PRIETO MACÍAS**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**





**DR. JORGE PRIETO MACIAS**  
**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 **RENÉ FERNÁNDEZ ROJO** con ID **231922** quien realizó la tesis titulada: "**EFFECTOS EN AGUDEZA VISUAL Y SENSIBILIDAD AL CONTRASTE A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE PRISMAS VERTICALES Y FILTROS EN AMBLIOPÍA**", y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla, y así continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

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

**ATENTAMENTE**

**"Se Lumen Proferre"**

**Aguascalientes, Ags., a 17 de MAYO de 2019**



**DR SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ**

**Tutor de tesis**

c.c.p.- Opt. René Fernández Rojo/ Candidato a Maestro en Rehabilitación Visual  
c.c.p.- MCO Elizabeth Casillas Casillas/ Secretaría Técnica de la Maestría en Rehabilitación Visual  
c.c.p.- Dra. Ma. del Carmen Terrones Saldivar/ Secretario de Investigación y Posgrado del CCS

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes por brindarme las facilidades necesarias en mi desarrollo académico y profesional durante la Maestría en Rehabilitación Visual.

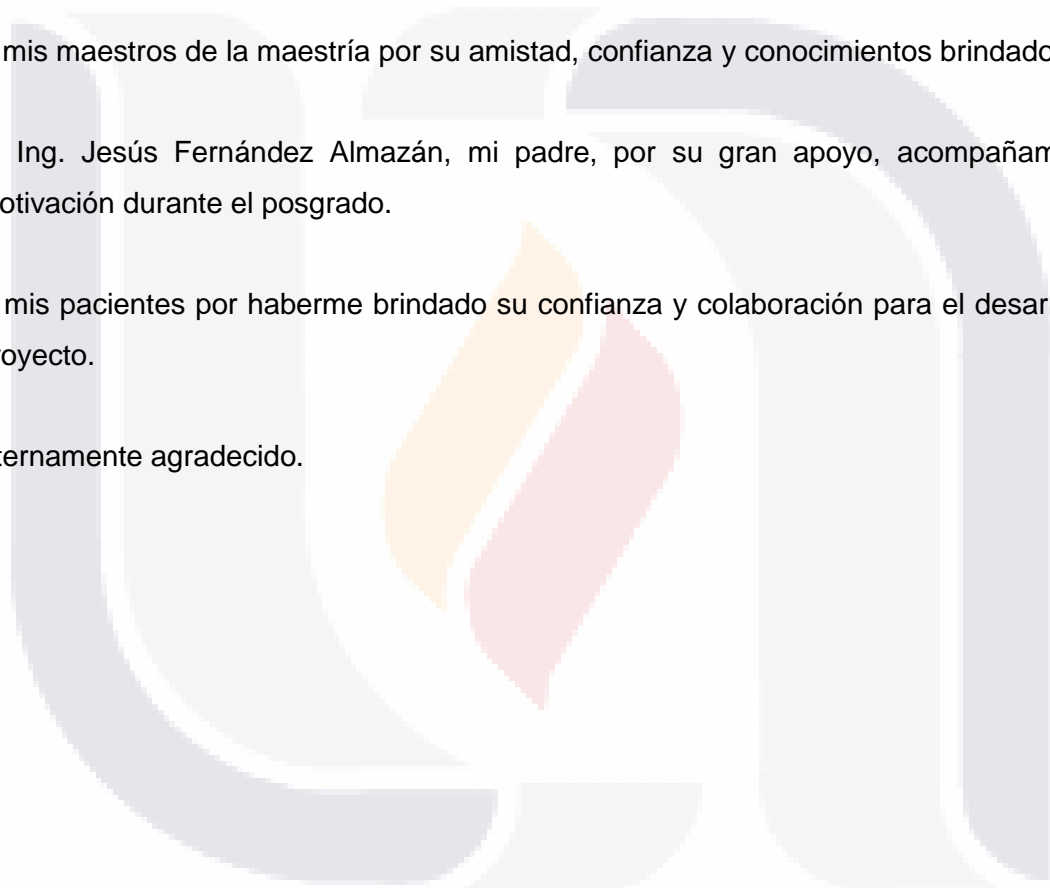
A mi tutor Dr. Sergio Ramírez González por su paciencia, conocimientos brindados, su gran apoyo y asesoramiento durante la elaboración del proyecto.

A mis maestros de la maestría por su amistad, confianza y conocimientos brindados.

Al Ing. Jesús Fernández Almazán, mi padre, por su gran apoyo, acompañamiento y motivación durante el posgrado.

A mis pacientes por haberme brindado su confianza y colaboración para el desarrollo del proyecto.

Eternamente agradecido.



## DEDICATORIAS

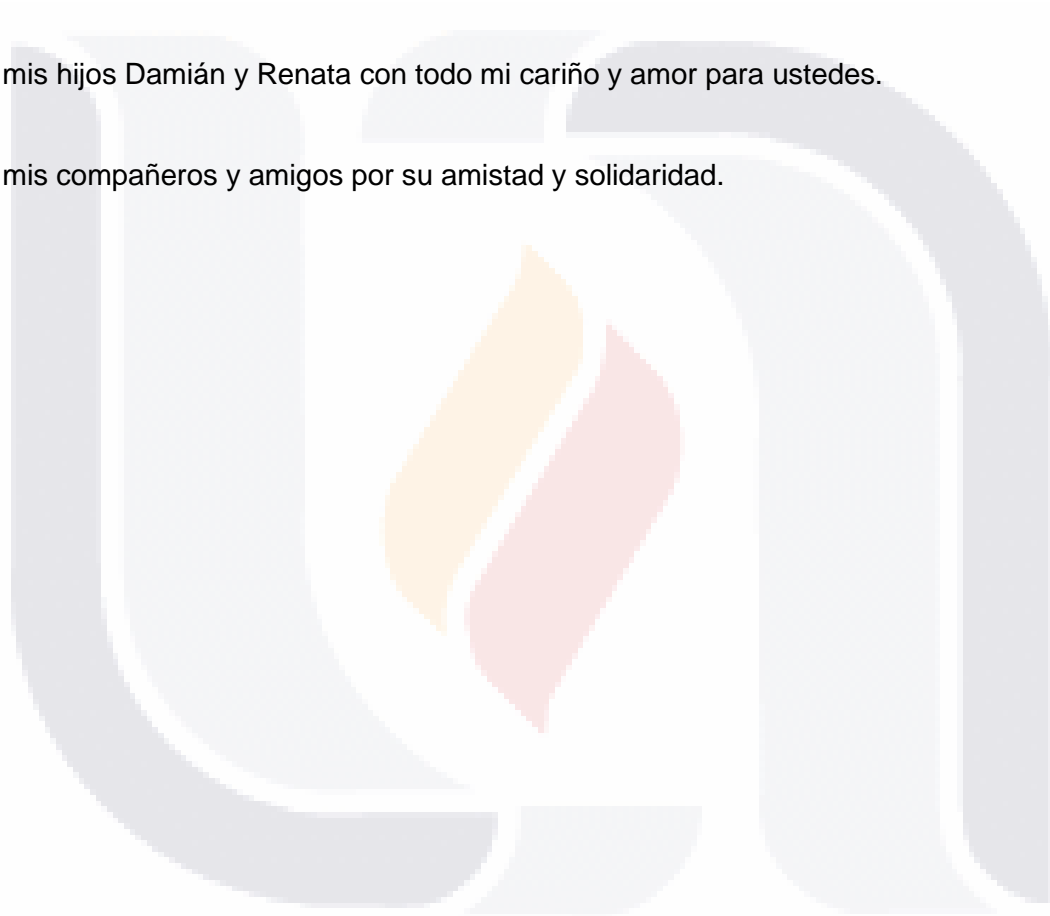
A mi esposa Lupita por todo su amor, comprensión y apoyo.

A mi señor padre Jesús Fernández con gran admiración y respeto.

A mi mamá Lupita por su gran apoyo incondicional.

A mis hijos Damián y Renata con todo mi cariño y amor para ustedes.

A mis compañeros y amigos por su amistad y solidaridad.



## ÍNDICE

RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	4
INTRODUCCIÓN .....	5
CAPÍTULO I.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
CAPÍTULO II JUSTIFICACIÓN .....	11
CAPITULO III. OBJETIVOS .....	13
3.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO .....	14
4.1 Definición de ambliopía.....	14
4.2 Etiología.....	15
4.3 Clasificación.....	16
4.4 Factores de riesgo. ....	18
4.5 Síntomas.....	18
4.6.1 Agudeza visual .....	18
4.6.2 Sensibilidad al contraste.....	20
4.7 TRATAMIENTO. ....	21
4.8 Terapia visual.....	21
4.8.1 Filtros.....	21
4.8.2 Prismas.....	24
CAPÍTULO V HIPOTESIS.....	26
CAPÍTULO VI DISEÑO METODOLOGICO.....	26
CAPÍTULO VII RESULTADOS.....	29
7.1 ANALISIS ESTADISTICO.....	38
DISCUSIÓN .....	47
CONCLUSIONES .....	53
BIBLIOGRAFIA .....	55
ANEXOS .....	58

## INDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Clasificación de pacientes ambliopes por sexo .....	29
Grafica 2. Clasificación de pacientes ambliopes por edad.....	29
Grafica 3. Clasificación de Ametropías .....	30
Grafica 4. Resultados de la agudeza visual (AV) en decimal con el prisma sin la Rx y con la Rx .....	32
Grafica 5. Resultados de la sensibilidad al contraste (SC) en decimal con el prisma sin la Rx y con la Rx.....	33
Grafica 6. Resultados de la agudeza visual (AV) en decimal con los diferentes filtros tomados sin la Rx .....	34
Grafica 7. Resultados de la agudeza visual (AV) en decimal con los diferentes filtros tomados con la Rx.....	35
Grafica 8. Resultados de la sensibilidad al contraste (SC) en decimal con los diferentes filtros tomados sin la Rx .....	36
Grafica 9. Resultados de la sensibilidad al contraste (SC) en decimal con los diferentes filtros con la Rx.....	37

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados obtenidos en la toma de agudeza visual en decimal sin la Rx con el prisma y los diferentes filtros. ....	30
Tabla 2. Resultados obtenidos en la toma de agudeza visual en decimal con la Rx con el prisma y los diferentes filtros. ....	31
Tabla 3. Resultados obtenidos en la toma de sensibilidad al contraste en decimal sin Rx con el prisma y los diferentes filtros. ....	31
Tabla 4. Resultados obtenidos en la toma de sensibilidad al contraste en decimal con Rx con el prisma y los diferentes filtros. ....	32



## RESUMEN

La Asociación Americana de Optometría clasifica a la ambliopía como un síndrome, por las alteraciones que genera en la binocularidad. Los ambliopes son anatómicamente monoculares. La terapia de ambliopía restaura eficazmente la función visual normal, eliminando fijación excéntrica y el desarrollo de entrada sináptica más extensa a la corteza visual; mejorando así el desarrollo de la visión binocular normal. **Objetivo:** evaluar el impacto de prismas verticales y filtros en la agudeza visual y sensibilidad al contraste en pacientes con ambliopía. **Hipótesis:** el uso de prismas verticales y filtros tienen efecto en la agudeza visual y sensibilidad al contraste en pacientes con ambliopía. **Tipo de estudio:** cuasi-experimental. Ensayo de campo. **Criterios de inclusión:** pacientes con diagnóstico de ambliopía, sexo indistinto. **Criterios de exclusión:** estrabismo, patología ocular, cirugía refractiva. **Criterios de eliminación:** pacientes que no acudan a consulta de seguimiento del proyecto de investigación. **Procedimiento:** se atendieron 21 pacientes ambliopes. La historia clínica comprendió toma de agudeza visual (AV) y sensibilidad al contraste (SC) con y sin su mejor corrección óptica (Rx) incluyendo prismas (3dp) y filtros (rojo, verde, azul, amarillo, gris y ámbar). **Resultados:** Se presentó mejoría en la agudeza visual y sensibilidad al contraste con los filtros rojo, verde, azul, amarillo y ámbar; siendo el filtro amarillo quien presentó mejores resultados y con el filtro gris disminuyó la agudeza visual y sensibilidad al contraste. **Conclusiones:** El uso de filtros mejora la agudeza visual y sensibilidad al contraste; mostrando una mejoría significativa si se aplican sobre la mejor Rx del paciente. Se recomienda ampliamente la terapia visual a través de filtros a pacientes con ambliopía. El filtro amarillo es el más recomendado para mejorar tanto la agudeza visual y la sensibilidad al contraste en los pacientes con ambliopía.

## ABSTRACT

The American Optometric Association classifies amblyopia as a syndrome, due to the alterations it generates in binocularity. The ambliopes are anatomically monocular. Amblyopia therapy effectively restores normal visual function, eliminating eccentric fixation and the development of more extensive synaptic input to the visual cortex; thus improving the development of normal binocular vision.

**Objective:** to assess the impact of vertical prisms and filters on visual acuity and contrast sensitivity in patients with amblyopia. **Hypothesis:** the use of vertical prisms and filters have an effect on visual acuity and contrast sensitivity in patients with amblyopia. **Type of study:** quasi-experimental. Field test. **Inclusion criteria:** patients diagnosed with amblyopia. Indistinct genre. **Exclusion criteria:** Strabismus, ocular pathology, refractive surgery. **Criteria for elimination:** patients who do not attend the follow-up consultation of the research project. **Procedure:** we treated 21 amblyopic patients. The clinical history included taking visual acuity (AV) and contrast sensitivity (SC) with and without optical correction (Rx) including prisms (3dp) and filters (red, green, blue, yellow, gray and amber). **Results:** there was an improvement in visual acuity and contrast sensitivity with the red, green, blue, yellow and amber filters; the yellow filter showed the best results and with the gray filter the visual acuity and contrast sensitivity decreased. **Conclusions:** the use of filters improves visual acuity and contrast sensitivity; showing a significant improvement if they are applied on the best Rx of the patient. Visual therapy through filters is widely recommended for patients with amblyopia. The yellow filter is the most recommended to improve both visual acuity and contrast sensitivity in patients with amblyopia.

## INTRODUCCIÓN

El termino ambliopía proviene del griego “amblys” (débil) y “opos” (ojo) y significa disminución de la agudeza visual. Clásicamente se considera ambliopía al déficit de agudeza visual de uno o ambos ojos, sin causa orgánica conocida, por estimulación insuficiente o inadecuada durante el periodo “crítico del desarrollo visual” que va desde el nacimiento hasta los nueve años<sup>1</sup>.

La ambliopía es una de las causas de disminución de agudeza visual en la población. Los pacientes son anatómicamente monoculares con una pérdida de la capacidad para la función binocular. Es considerado un problema importante de salud pública por producir una baja visual de por vida en cada paciente.<sup>2</sup>

Los niños son más propensos a desarrollar ambliopía durante los 2-3 primeros años de vida, sensibilidad que decrece hasta los 6 o 7 años, edad en que se completa la maduración visual. En el periodo de inmadurez del sistema visual las conexiones retinocorticales no están firmemente establecidas y son modificables por la cantidad y/o calidad de la entrada visual. Aunque el periodo de desarrollo del sistema visual se ha considerado usualmente hasta los 7 años de edad, éste no necesariamente tiene que coincidir con aquel en que el tratamiento es posible.<sup>3</sup>

Se puede considerar a la ambliopía y a la pérdida de binocularidad en adaptaciones sensoriales de la corteza a las anomalías de las señales visuales.<sup>4</sup> En cuanto a su clasificación se puede dividir en orgánicas y funcionales. La ambliopía funcional puede subdividirse a su vez en ambliopía por privación, ambliopía estrábica y ambliopía refractiva.<sup>5</sup> Las causas refractivas así como las estrábicas constituyen el 90% de todas las ambliopías; su incidencia es más común en anisometropías.<sup>6</sup> La incidencia de la ambliopía en los niños en edad preescolar es de aproximadamente el 0.4% después de este periodo la prevalencia será del 2% sobre la población general.<sup>6</sup> La creciente demanda visual

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

en la sociedad actual, ha convertido a la ambliopía en un reseñable problema socioeconómico, especialmente si se tiene en cuenta que es la causa más frecuente de visión monocular tanto en niños como en adultos jóvenes.

A la hora de hablar de ambliopía, la afectación a la agudeza visual es posiblemente la más conocida de sus implicaciones. Estrictamente hablando cualquier diferencia de agudeza visual entre los dos ojos representaría una ambliopía del ojo con la visión más pobre, pero pequeñas diferencias son comunes en la población general.

La ambliopía no solo afecta la agudeza visual sino que también se ve afectada la sensibilidad al contraste por lo que se limita la capacidad de aprendizaje y desarrollo en los niños y jóvenes en etapa escolar así como también la actividad en el desempeño laboral de los pacientes adultos. En los primeros años de escolarización las tareas de aprendizaje demandan principalmente las habilidades del proceso visual del niño. Son muy importantes el reconocimiento, la combinación y la memoria. Es el periodo de aprender a leer, desde los 5 a los 7 años. La eficacia visual se va haciendo más importante en los cursos posteriores, en la etapa de leer para aprender. Requiere mayor comprensión, periodos más largos en visión próxima. Las nuevas tareas de lectura y escritura requieren de un procesado de la información visual eficiente y rápida.

Para diagnosticar una ambliopía la agudeza visual debe ser menor de 20/40 en un ojo o existir una diferencia de dos líneas entre ambos ojos. La primer prueba básica que se debe de tomar es la agudeza visual. La sensibilidad al contraste representa el menor contraste que el sistema visual puede detectar. Da una información útil revelando algunas condiciones en las pérdidas de visión que no son identificables mediante los test de agudeza visual.<sup>7</sup>

La terapia de ambliopía restaura eficazmente la función visual normal, eliminando fijación excéntrica y el desarrollo de entrada sináptica más extensa a la corteza visual; mejorando así el desarrollo de la visión binocular normal.

Se tiene conocimiento del uso de prismas verticales y filtros en pacientes con diferentes ametropías para mejorar sus capacidades de visión.

Con el presente trabajo de investigación se evaluó el impacto de prismas verticales y filtros en pacientes con ambliopía. Los cuales de acuerdo a su principio resultan de gran eficacia en este tipo de pacientes llevándose con gran éxito en este trabajo de investigación que beneficiará a los pacientes con ambliopía para mejorar su calidad de vida.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El cerebro interpreta las imágenes de cada ojo y las integra para producir una sola. Pero si la imagen que se recibe de uno de los ojos es pobre, borrosa o mucho más grande o más pequeña que la imagen del otro, no se pueden unir estas imágenes tan diferentes. Esto lleva a que el cerebro empiece a acostumbrarse a procesar solo la información del ojo que tiene la mejor imagen, dejando a un lado o inhibiendo el otro, que por consiguiente se va desvalorizando. Clásicamente se considera ambliopía al déficit de agudeza visual (AV) de uno o ambos ojos, sin causa orgánica conocida, por estimulación insuficiente o inadecuada durante el periodo crítico del desarrollo visual que va desde el nacimiento hasta los nueve años. La asociación americana de optometría clasifica a la ambliopía como un síndrome, por las alteraciones que genera en la binocularidad. Si la ambliopía no se trata en forma oportuna la pérdida de visión puede ser permanente; la cual no se puede mejorar con lentes correctoras y no está causada por ninguna patología observable.

McKee en el 2003, menciona que la ambliopía es usualmente definida como un déficit en agudeza visual con el optotipo snellen con una causa no detectable. Sin embargo, surge la inquietud de si realmente una ambliopía puede ser diagnosticada con base en ese signo clínico únicamente. En su estudio realizado en 427 adultos con ambliopía a los cuales les midieron agudeza visual vernier, sensibilidad al contraste y binocularidad, concluyeron que la ambliopía no es una simple anomalía que puede ser únicamente caracterizada por la agudeza visual, sino que la función es afectada por las condiciones asociadas a esa mala visión<sup>8</sup>.

La ambliopía es una condición que se puede prevenir y tratar. Pero cuanto mayor es la edad de inicio del tratamiento, menores son las posibilidades de recuperación visual, debido a la menor plasticidad en el sistema visual. Los ambliopes son anatómicamente monoculares con una pérdida de la capacidad para la funcionalidad binocular. Con esto la ambliopía no afecta solamente la agudeza visual, sino que se ven afectados la sensibilidad al contraste, disfunción de la visión binocular, baja estereopsis, disfunción acomodativa, disfunción en la fijación, disfunción de vergencias, proceso limitado de la información visual, pobre fluidez para la lectura y reducida integración visuo-motora.

Medrano Muñoz y León Álvarez en 2011 realizaron un estudio en Pamplona, España donde determinaron que la agudeza visual presentó cambios significativos en visión lejana y en sensibilidad al contraste en las frecuencias espaciales de seis y doce ciclos por minuto; es decir, se encontraron cambios en dos de los factores que evalúan la función visual, que son la agudeza visual y la sensibilidad al contraste, entre el momento previo y posterior a la terapia de entrenamiento visual<sup>8</sup>.

Barret (2010), indicó que “desafortunadamente, tenemos poca información o no explícita en relación con el impacto de la ambliopía en los indicadores de calidad de vida, como limitaciones en la habilidad de un individuo en completar actividades

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

en su vida diaria y el impacto de la ambliopía en las oportunidades profesionales<sup>9</sup>.

En 2003, Velázquez y Ortiz realizan un estudio e pacientes ambliopes utilizando filtros, agujero estenopeico y telescopio. La agudeza visual mejora al utilizar estas técnicas; y concluyen que en relación a la edad, los resultados muestran que no existe una relación directa entre la agudeza visual y la edad<sup>10</sup>.

Bermúdez y Camacho (2016) mencionan que la ambliopía es un factor de riesgo para el rendimiento escolar durante la niñez y la adolescencia teniendo importantes implicaciones para el sector educativo, la salud pública y la familia. Esto nos lleva a que la ambliopía afecta condiciones como la fijación, los movimientos oculomotores, el seguimiento y sacádicos, la acomodación, la sensibilidad al contraste; todas estas condiciones son indispensables para actividades cotidianas en niños, jóvenes y adultos; como el proceso de lectura, por ejemplo.

Desde hace algunos años se viene trabajando el filtro rojo para el tratamiento de ambliopía; así como también el filtro amarillo. Los filtros como los amarillos y rojos pueden provocar estimulación específica en la retina intermedia y central según el proceso inverso, es decir la inhibición relativa de la retina periférica. Ya que la rodopsina no sólo no absorbe longitudes de ondas largas sino también longitudes mayores a 500nm donde se puede incluir el amarillo y rojo permitiendo al ojo ambliope que es un ojo adaptado a la oscuridad volver a la normalidad. Otra característica que mejora el contraste es la cantidad de transmisión de luz; en este caso el filtro amarillo permite una información del 88.69% en la luz incidente, de tal forma que la retina recibe así menos energía luminosa funcionando como cualquier otra capa de sol, moviendo la retina hacia un nivel más bajo mejorando así el contraste. Además, en los ojos ambliopes, la acomodación se encuentra deteriorada debido a la temprana y prolongada experiencia visual anormal o desenfocada, debido a una anomalía del contraste. Por lo tanto al colocar algún

filtro este servirá como un dispositivo que no solo da la longitud ideal emetropizante sino también un alto contraste, produciendo una nueva necesidad de acomodar para perfeccionar el enfoque en visión próxima. Otra técnica de tratamiento para la ambliopía es el uso de prismas. El prisma favorece que la imagen llegue a un punto central correspondiente a la fóvea para mejorar la condición central y al tiempo mejorar la agudeza visual<sup>11</sup>.

Últimamente ha crecido la demanda de uso de las ayudas visuales en estos casos de ambliopía, ya que ambliopías no tratadas representan problemas importantes en el aprendizaje o en el desempeño laboral debido a que la deficiencia visual puede afectar el procesamiento de la información visual.

Se puede concluir que la ambliopía es una enfermedad frecuente que puede ser detectada y tratada con alternativas efectivas como la rehabilitación visual, y por lo tanto se pueden prevenir sus secuelas. Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados y además, tomando el hecho de que poco se realizan pruebas e investigaciones sobre el uso de filtros y prismas en ambliopía se plantea el problema ¿Cuál es el efecto o impacto en la agudeza visual y sensibilidad al contraste a través de la aplicación de prismas verticales y filtros en ambliopía?



## CAPÍTULO II JUSTIFICACIÓN

La ambliopía es una alteración que limita la capacidad para realizar actividades de aprendizaje y desarrollo; por esta razón, la prevención y el tratamiento precoz y oportuno contribuyen a mejorar la visión y la calidad de vida de los pacientes<sup>12</sup>. La ambliopía es una alteración de la visión binocular que puede afectar el proceso de aprendizaje en los niños en etapa escolar y también puede afectar la actividad en el desempeño laboral de pacientes adultos. Al abarcar el tema de la ambliopía es importante no olvidar que, más allá de los cambios del sistema visual en sí, se trata de una alteración capaz de suscitar inseguridad en quien la padece, por cuanto limita la ejecución de actividades en múltiples escenarios: laborales, de aprendizaje, profesionales, de esparcimiento e incluso de ocio; aún más cuando puede persistir en la edad adulta. Por ello, el uso de pruebas como terapia, es determinante para la mejoría no solo de la capacidad visual, sino de la calidad de vida de las personas. Además permite protocolizar claramente el manejo de dicha función.

La ambliopía anisométrica refractiva y el estrabismo representan el 90% de la ambliopía y la ambliopía isométrica solo representa el 1-2% del total.

Una de las causas significativas de la baja de agudeza visual en la población menor a 45 años es la ambliopía. Las causas refractivas así como las estrábicas constituyen el 90 % de todas las ambliopías; su incidencia es más común en anisometropías<sup>6</sup>. Serrano Camacho al igual que Pupo Negreira, mencionan que la ambliopía es la causa principal de disminución unilateral de visión en la infancia, con una prevalencia del 2 al 4% en la población en norteamérica<sup>13</sup>. La incidencia de la ambliopía en los niños en edad preescolar es de aproximadamente el 0.4% después de este periodo la prevalencia será del 2% sobre la población general. Por otra parte, es la principal causa de pérdida visual monocular en personas entre 20 y 70 años de edad.

La ambliopía es considerada un problema importante de salud pública por producir una baja visual de por vida en cada paciente. La prevalencia se estima en un rango de 2 a 3% de acuerdo con la población estudiada.

Se tiene conocimiento del uso de prismas verticales y filtros en pacientes con diferentes ametropías para mejorar sus capacidades de visión. En terapia visual es muy común utilizar filtros fundamentalmente como tratamiento en pacientes con ambliopía. Los filtros ayudan a evitar que las radiaciones solares lleguen directamente a los ojos, evitan el deslumbramiento, mejoran el contraste y permiten una mejor adaptación a la luz.

La terapia de ambliopía restaura eficazmente la función visual normal, eliminando fijación excéntrica y el desarrollo de entrada sináptica más extensa a la corteza visual; mejorando así el desarrollo de la visión binocular normal. La terapia visual en la ambliopía está diseñada para solucionar deficiencias como la acomodación y visión binocular, aplicando habilidades monoculares y binoculares.

Se considera importante conocer los cambios que pueden presentar los pacientes ambliopes durante el test de agudeza visual y sensibilidad al contraste utilizando prisma vertical y filtros de diferentes tonos como el rojo, azul, verde, amarillo, gris y ámbar. Por ello la necesidad de elaborar este trabajo de investigación.

La terapia visual en la ambliopía está encaminada a mejorar la visión binocular normal; mejorando el desempeño de cada paciente en el ámbito escolar, laboral o en cualquier otra situación para beneficio de su interacción social.

## CAPITULO III. OBJETIVOS

### 3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el impacto de prismas verticales y filtros en la agudeza visual y sensibilidad al contraste en pacientes con ambliopía.

### 3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Identificar los pacientes con ambliopía
- ✓ Determinar refracción en pacientes con ambliopía
- ✓ Medir agudeza visual y sensibilidad al contraste sin prisma ni filtros en pacientes con ambliopía (antes de terapia visual)
- ✓ Medir agudeza visual y sensibilidad al contraste con prisma en pacientes con ambliopía (después de terapia visual)
- ✓ Medir agudeza visual y sensibilidad al contraste con filtros (rojo, verde, azul, amarillos, gris, ámbar) en pacientes con ambliopía (después de terapia visual)

## CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO

### 4.1 Definición de ambliopía.

La ambliopía puede ser una condición totalmente predecible y tratable durante el periodo crítico del desarrollo, y que de no hacerlo existe un mayor riesgo de ceguera y unas posteriores limitaciones laborales por la pérdida de la visión binocular.

El termino ambliopía proviene del griego “amblyos” (débil) y “opos” (ojo) y significa disminución de la agudeza visual. Clásicamente se considera ambliopía al déficit de agudeza visual de uno o ambos ojos, sin causa orgánica conocida, por estimulación insuficiente o inadecuada durante el periodo “crítico del desarrollo visual” que va desde el nacimiento hasta los nueve años.

La Academia Americana de Oftalmología define a la ambliopía como una agudeza visual disminuida en un ojo o en forma infrecuentemente en ambos ojos; la cual no mejora pese a su máxima corrección óptica y que además, no presenta causas atribuibles a un defecto anatómico del ojo, o a una alteración de la vía visual.

La guía práctica clínica para la prevención, la detección temprana, el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de la ambliopía en menores de 18 años del sistema general de seguridad social en salud de Colombia en el año 2016 define la ambliopía como la reducción unilateral o con menor frecuencia, bilateral de la mejor agudeza visual corregida que no puede atribuirse directamente al efecto de ninguna anomalía estructural del ojo ni de la vía visual.

La Dra. María Cecilia Vallese en 2004 nos dice que la ambliopía es la disminución de la agudeza visual generalmente en uno, pero a veces en ambos ojos, no atribuible a una patología anatómica del globo ocular o del nervio óptico<sup>14</sup>.

Los requisitos fundamentales para el desarrollo visual normal en el niño son:

- Imagen retiniana clara en cada ojo
- Agudeza visual igual o muy semejante en ambos ojos
- Alineamiento ocular preciso

Si alguno de estos requisitos falla, se produce lo que conocemos como ambliopía. Para poder decir que un niño tiene ambliopía deben cumplirse los siguientes criterios diagnósticos:

- Agudeza visual menor a 20/30 en ambos ojos en caso de ambliopía bilateral o dos líneas menos de visión del ojo afectado, respecto al otro, en los casos de ambliopía bilateral. Todo esto realizado con la corrección óptica adecuada de acuerdo con la refracción del niño.
- Ausencia de otras patologías orgánicas que expliquen la mala agudeza visual
- Aparición durante el periodo crítico del desarrollo de la visión.

#### **4.2 Etiología.**

Las imágenes retinianas cuando son de diferente calidad, el sistema visual a medida que se va desarrollando, puede reaccionar fuertemente causando la supresión o ambliopía del ojo más débil. El sistema visual con un estrabismo leve permite buena visión, pero la binocularidad es anómala o puede estar ausente. La base celular de estos cambios se encuentra en la corteza visual. Podemos considerar a la ambliopía y a la pérdida de binocularidad en adaptaciones sensoriales de la corteza a las anomalías de las señales visuales.

Los tipos de ambliopía dependen de la etiología (causa u origen de una enfermedad).

- Estrábica: Desalineamiento de los ojos
- Anisométrica: Errores refractivos desiguales en los dos ojos

- TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS
- Refractiva: Errores refractivos altos
  - Forma de privación: Degradación de la imagen retineana
  - Psicogénicos: Causas emocionales

#### 4.3 Clasificación

Se tienen las ambliopías orgánicas y las funcionales. La ambliopía funcional puede subdividirse a su vez en ambliopía por privación, ambliopía estrábica y ambliopía refractiva

##### Ambliopía Orgánica.

Se le llama así a la disminución de la agudeza visual a partir de procesos patológicos que alteran la estructura celular de la retina o de las vías visuales. La mayor parte de ambliopías orgánicas son permanentes e irreversibles. Sin embargo en algunos casos puede obtenerse la mejoría de la visión cuando se tratan los problemas estructurales.

##### Ambliopía funcional

En la mayoría de estos casos, la estructura celular de la retina y de las vías visuales aparecen normales, con una alteración de la función de estas estructuras.

El grado de trastorno depende de varios factores: Edad de inicio, gravedad de la alteración de la imagen retiniana, duración de la alteración de la visión, edad del paciente cuando se aplica un tratamiento. En la ambliopía funcional se puede hacer la siguiente subdivisión.

- Ambliopía por privación: también llamada exapopsia o ambliopía por desnudo, es el tipo de ambliopía funcional más grave y de Tx más difícil. En

un ojo no se forma imagen retiniana debido a una catarata, ptosis palpebral, tarsofarrias, hemangiomas, opacidad corneal, vendaje o parchado de un ojo u otros problemas que producen el desuso total del ojo ambliópico.

- Ambliopía estrábica: La fóvea de un ojo es estimulada por una imagen y la del otro ojo por una imagen distinta produciéndose supresión de la imagen del ojo desviado y por consiguiente ambliopía, debido a la interacción binocular anormal. Así como los trastornos estrábitos pueden producir ambliopía también los trastornos ambliópicos pueden producir estrabismo. Esta es posiblemente, nos menciona serrano camacho la forma más común de ambliopía.
- Ambliopía refractiva: Es la causa por la falta de enfoque motivado por un defecto óptico unilateral o bilateral no corregido durante los primeros años del desarrollo visual. Existen dos tipos: ambliopía isométrica o bilateral, y ambliopía anisométrica.

La ambliopía refractiva resulta de errores refractivos no corregidos. Los pacientes con ambliopía isoametropica tienen una pérdida de agudeza visual, de peor que 20/20 a 20/200 aunque la mayoría de los pacientes tiene la agudeza visual con su mejor corrección inicial de 20/50 o mejor. La ambliopía anisometropica que es causada por un error refractivo sin corregir en que la diferencia entre los dos ojos es de al menos 1D. Esta diferencia visual altera el desarrollo neurofisiológico normal de la vía visual y la corteza visual. En la ambliopía anisometropica hipermetropica se utiliza el ojo menos hipermetrope para la fijación en todas las distancias, el ojo más hipermetrope no recibe una imagen clara.

De acuerdo a la agudeza visual que se obtenga, la ambliopía se puede clasificar en leve, moderada y severa.

Leve: 20/40 o mejor

Moderada: 20/40 – 20/80

Severa: 20/80 – 20/200

#### **4.4 Factores de riesgo.**

Los factores de riesgo para desarrollar la ambliopía según la American Optometric Association y la American Academy of Ophthalmology Guidelines son: niños prematuros (28 semanas o menos), bajo peso al nacer (1500gr o menos), complicaciones perinatales relacionadas con el sistema nervioso central, enfermedades neurodegenerativas, enfermedades endocrinas como la diabetes, síndromes sistémicos con manifestaciones oculares, hemorragias intraventriculares grado III o IV, Historia familiar de problemas genéticos o de la visión relacionados con la ambliopía o el estrabismo, tratamiento de esteroides sistémicos y alto error refractivo.

#### **4.5 Síntomas.**

El síntoma principal es la mala visión de uno o de los dos ojos. Si no hay un estrabismo que nos avise de la posibilidad de mala visión, muchas veces no dan ningún síntoma exterior y se detecta solo en los controles visuales. Se presentan dolores de cabeza al leer o a la salida de la escuela o el trabajo; o dificultades a ver películas o dispositivos en 3D. Existen síntomas típicos asociados a la ambliopía. El paciente puede referir disminución de visión en uno o en ambos ojos, dificultad al realizar tareas que requieren percepción binocular. Si la ambliopía está asociada con estrabismo el paciente o sus familiares referirán el problema estético o que incluso cierra un ojo o parpadea mucho para evitar la diplopía.

#### **4.6 Diagnóstico**

##### **4.6.1 Agudeza visual**

La ambliopía se diagnostica durante un test normal de agudeza visual en el que se reflejan las habilidades del paciente. El ojo ambliope debe examinarse primero. Para diagnosticar una ambliopía la agudeza visual debe ser menor de 20/40 en un



ojo o existir una diferencia de dos líneas entre ambos ojos. La primera prueba básica que se debe tomar es la agudeza visual. La refracción se debe realizar mediante métodos objetivos y subjetivos si el estado cognitivo del paciente lo permite. Es importante reevaluar la agudeza visual con la mejor corrección óptica posible para evitar falsos diagnósticos de ambliopía. Se debe determinar si existe estrabismo, cuando está presente, determinar la frecuencia, lateralidad y magnitud de la desviación. En la fusión visual intervienen dos componentes: sensorial y motor, se produce por estímulo de dos puntos retinianos correspondientes pero con capacidad de fusión. La estereopsis conlleva una percepción binocular de la profundidad. Es importante que el profesional, en este caso el optometrista como examinador, sepa determinar la presencia de supresión y el nivel de estereopsis en el paciente ambliope. Para valorar la fusión el método adecuado son los puntos de worth. Para valorar la estereopsis destacan Titmus, Randot, etc. También se debe evaluar la amplitud de acomodación y la facilidad con que el paciente es capaz de acomodar. Para el examen monocular de la amplitud de acomodación el método adecuado es de la lente negativa, para valorar la facilidad de acomodación se puede emplear el método de flipper. Es importante también valorar los movimientos oculares, el cual se hace de forma simple con la observación. El examinador debe fijarse en el movimiento ocular del paciente siguiendo un objeto y en el mantenimiento de la mirada donde se valoran los movimientos sacádicos y de seguimiento. Es importante también ver la reacción pupilar a la luz, si las pupilas son normocorrectivas o no. Así podremos descartar posible síndrome de Bernard Horner.

La agudeza visual sigue siendo la medida más común a nivel mundial para valorar la condición visual, es de fácil medición y particularmente se altera por pequeñas cantidades de error refractivo.

La agudeza visual se define como la capacidad de percibir y diferenciar dos estímulos separados por un ángulo determinado, mejor conocida como la capacidad de resolución espacial del sistema visual, dicho de otra forma es la

capacidad de reconocer un objeto. Es la capacidad de resolución del sistema visual.

La agudeza visual determina el detalle más pequeño que puede ser visto y se evalúa con contraste alto.

#### 4.6.2 Sensibilidad al contraste

La sensibilidad al contraste se refiere a la habilidad del sistema visual para distinguir entre un objeto y el fondo. Es la capacidad de discriminar diferencias de iluminación entre áreas adyacentes, cuyo umbral se estima como la menor cantidad de contraste que se hace para lograr esta distinción. La sensibilidad al contraste representa el menor contraste que el sistema visual puede detectar. Da una información útil revelando algunas condiciones en las pérdidas de visión que no son identificables mediante los test de agudeza visual.

Las frecuencias espaciales bajas evalúan la sensibilidad de objetos muy grandes, mientras que las frecuencias altas miden la sensibilidad de objetos muy pequeños. Cuando se valora la sensibilidad al contraste, con test de enrejado, se obtiene una curva de sensibilidad que se compara con la normalidad de la población, y a la vez esta puede convertirse a un valor estándar de agudeza que se relaciona con la función visual diaria. Por lo tanto la agudeza visual no es la única medida para determinar la calidad de la visión, es necesario complementarlo con la medida de la sensibilidad al contraste y calcular la función de la misma.

La prueba de sensibilidad al contraste valora la calidad de la visión, además detecta la presencia de mínimas diferencias de luminancia entre objetos o áreas en el espacio.

Se han reportado muchos casos de pérdidas en la sensibilidad al contraste, aun cuando la agudeza visual es normal, como ambliopía, neuropatía retinal, enfermedades del segmento anterior y glaucoma.

#### 4.7 TRATAMIENTO.

Como ya se ha descrito, las ambliopías son diferentes en sus presentaciones dependiendo del tipo de las mismas.

El optometrista tiene las siguientes opciones:

- Lentes correctoras
- Oclusión
- Filtros
- Prismas

Estas opciones pueden ser combinadas en una misma fase del tratamiento.

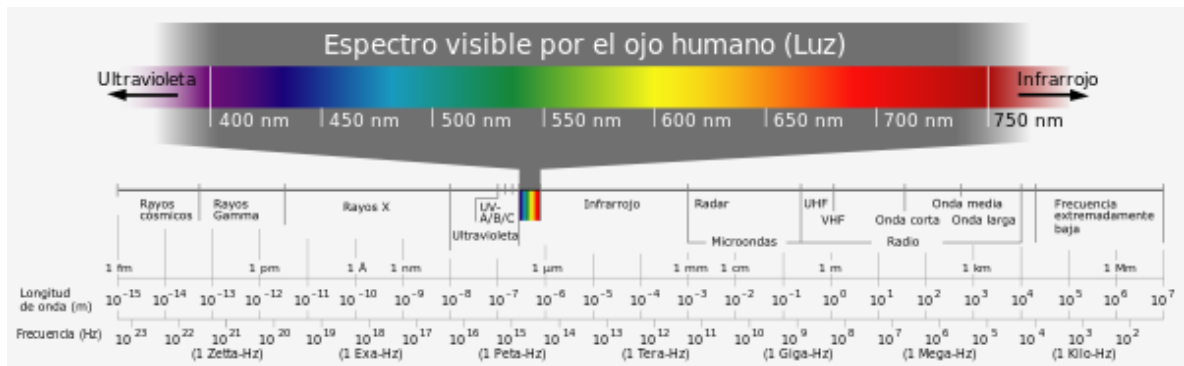
Los objetivos finales para el plan de tratamiento pueden ser:

- Eliminación de ambliopía
- Obtener un alineamiento parcial
- Restablecer fusión sensorial
- Eliminar diplopía

#### 4.8 Terapia visual

##### 4.8.1 Filtros

La luz está compuesta por radiaciones electromagnéticas que, aunque viajan en el espacio vacío a la misma velocidad (350.000 km/s), difieren en su longitud de onda y en su frecuencia. De todas estas radiaciones, el ojo humano únicamente es sensible a una pequeña porción de la luz, llamada espectro electromagnético visible, desde aproximadamente una longitud de onda de 390nm a 760nm.<sup>15</sup>



Sin embargo, aunque invisibles, muchas otras radiaciones llegan a nuestro ojo, aunque estas son absorbidas por los distintos medios oculares antes de llegar a la retina, que quedaría finalmente expuesta al componente visible del espectro, a la luz ultravioleta e infrarroja de longitudes de onda más cercanas al espectro visible. Por este motivo, una exposición intensa y/o prolongada a la luz puede dañar los diferentes tejidos de los ojos, especialmente si estos sufren alguna patología.

Cuando la luz que viaja por un medio incide sobre una superficie, una parte de ella es reflejada sin pasar por el segundo medio, otra parte es absorbida por este o transformada en otra forma de energía y finalmente una parte de luz es transmitida. Estos tres efectos ocurren siempre, pero generalmente uno de ellos predomina sobre los otros. Este hecho es el objetivo de los filtros, que generalmente absorben gran parte de la luz por las sustancias que llevan inmersas.

En cuanto a su uso en la visión pueden establecerse dos grandes categorías de agrupamiento: filtros de densidad neutra (convencionales) y filtros absorbentes. Los filtros de densidad neutra reducen la intensidad luminosa uniformemente, eliminando porcentajes iguales de todas las longitudes de onda del espectro visible. De esta forma, no se produce ningún cambio en el color aparente de la imagen ni en las propiedades espectrales de la luz, es decir, reduce el brillo de la imagen pero no modifica el tono. Estos filtros producen una disminución en la agudeza visual al reducirse el nivel general de luminancia. Los filtros absorbentes

actúan de forma selectiva sobre determinadas longitudes de onda. Debido a esto, cambian las propiedades espectrales de la luz que los atraviesa y se produce un cambio en el color aparente de la imagen. Se caracterizan por un número de tres dígitos que se corresponde con la longitud de onda (en nanómetros). El espectro visible va aproximadamente desde 400nm (extremo violeta) a 700nm (extremo rojo). Así las longitudes de onda de los colores oscilan aproximadamente el azul (450-475nm), verde (495-570nm), amarillo (570-600nm), naranja (600-620nm) y rojo (620-700nm).

En terapia visual es muy común utilizar filtros fundamentalmente como tratamiento en pacientes con ambliopía. Un filtro es un material que absorbe y transmite longitudes de onda de la luz<sup>10</sup>. Un filtro oftálmico es un dispositivo que modifica la distribución espectral de la luz que llega al ojo, y bloquea en mayor o menor medida las diferentes longitudes de onda del espectro de la radiación óptica que incide sobre el ojo. Un filtro de color elimina de la luz blanca todas las radiaciones excepto a las que dan lugar a la sensación del mismo.

Los filtros cambian la intensidad o cantidad de la luz<sup>15</sup>. Una lente con filtro es aquella que se utiliza con el objetivo concreto de reducir la cantidad de luz o energía radiante transmitida. Como filtros que son, estas lentes pueden absorber la luz de manera uniforme todo el espectro visible.

Los filtros ayudan a evitar que las radiaciones solares lleguen directamente a los ojos, evitan el deslumbramiento, mejoran el contraste y permiten una mejor adaptación a la luz.

Los filtros amarillos reducen considerablemente la dispersión de la luz, mejorando el contraste. Ayudan a mejorar la agudeza visual de noche. En consecuencia, este tipo de lentes se han promocionado como lentes de conducción nocturna. El filtro azul estimula la retina periférica y los conos azules se encuentran en la retina paracentral. En la terapia visual también son utilizados los filtros rojo y gris. Los

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

filtros en gafas rojo-verde se trabaja la binocularidad. Permite observar si anula la visión de uno de los ojos.

La rodopsina absorbe longitudes de onda mayores a 500nm como los que proporcionan los filtros de color como el amarillo, anaranjado y rojo permitiendo al ojo ambliope mejorar su contraste. El filtro amarillo mejora el contraste por el mecanismo a inhibición lateral. El contraste es el resultado de una inhibición lateral entre los conductos nerviosos de naturaleza inhibitoria. Una señal potente en una fibra nerviosa causará la depresión de las señales de las fibras vecinas, pero las señales débiles causarán una escasa inhibición lateral (que es lo ocurrido en la ambliopía).

#### 4.8.2 Prismas

Un prisma es una sustancia transparente limitada por dos superficies refractivas planas que crean un ángulo<sup>16</sup>. Los Prismas son sistemas ópticos afocales que dispersan y desvían la luz. En óptica oftálmica se utilizan por su efecto de desviación de la luz en distintas formas, dependiendo de las características del paciente y la magnitud de la corrección necesaria. Están formados por un cuerpo transparente delimitados por dos diópteros planos no paralelos que al unirse forman el ángulo de refringencia o vértice. La intersección de las dos caras que componen el ángulo se denomina arista y la cara opuesta a la arista es la base del prisma<sup>17</sup>.

La propiedad más importante del prisma es la potencia de desviación. Cuando un rayo de luz atraviesa un prisma se desvía hacia su base. La unidad de medida es la dioptría prismática. Un prisma de una dioptría prismática es aquel que produce una desviación de 1 cm en una pantalla situada a 1 metro.

Si el paciente presenta una desviación, se pueden utilizar los prismas para provocar la foveolización de la imagen desviada, y de esta manera, tratar médicamente las diplopías. En tales casos se coloca el vértice del prisma hacia la

desviación, es decir, en una endotropía se ponen prismas de base temporal, en una exotropía prismas de base nasal, etc. Para así dirigir la imagen desviada hacia la fóvea.

Los prismas verticales base inferior, mueven el espacio hacia arriba, alejándolo del centro de gravedad, creando cambios posturales como: movimiento de los ojos hacia arriba y afuera, el centro de gravedad se cambia hacia afuera, la pelvis se mueve y ladea hacia abajo, el cuerpo se mueve hacia los dedos de los pies.

Los prismas base superior mueven el espacio visual hacia abajo y acerca el centro de gravedad, creando cambios posturales como: los ojos se mueven hacia abajo y adentro, el centro de gravedad se mueve hacia atrás, el cuerpo se mueve hacia los talones.

La combinación de prismas sugiere un mayor cambio en la estereopsis.

Los prismas verticales tienen un mayor efecto en la sintomatología y en la eficiencia visual principalmente en casos con tendencia a la insuficiencia de convergencia; es decir, la prescripción de prismas verticales base arriba o base abajo alivian la astenopia asociada a visión próxima o estrés visual en punto cercano. Esto evita que la fatiga no aparezca tan rápido y el desempeño sea mucho más efectivo.

El test de prisma vertical es útil en casos de gran dominancia. Por ejemplo al colocar un prisma con vértice arriba sobre el ojo dominante este “arrastra” al ojo ambliope, produciendo un movimiento de ambos ojos hacia arriba.

## CAPÍTULO V HIPOTESIS

El uso de prismas verticales y filtros tienen efecto en la agudeza visual y sensibilidad al contraste en pacientes con ambliopía

## CAPÍTULO VI DISEÑO METODOLOGICO

### TIPO DE ESTUDIO

Cuasi-experimental. Ensayo de campo

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Pacientes con diagnóstico de ambliopía. Sexo indistinto.

### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Estrabismo, patología ocular, cirugía refractiva.

### CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Pacientes que no acudan a consulta de seguimiento del proyecto de investigación.

### POBLACIÓN A LOS QUE VA DIRIGIDO EL ESTUDIO

Pacientes con ambliopía

### UNIVERSO Y MUESTRA

El universo de estudio fueron los pacientes que acudieron a consulta a optometría en la clínica de medicina familiar del ISSSTE en Cd. Altamirano Gro. De los cuales



se obtuvo la muestra de pacientes tanto del género masculino y femenino diagnosticados con ambliopía.

**VARIABLES**

- Agudeza visual
- Sensibilidad al contraste

**COVARIABLES**

- Genero
- Edad
- Ambliopía

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

- Análisis de varianza (ANOVA)

**METODOS Y PROCEDIMIENTOS**

La historia clínica abarcó los siguientes puntos:

- ✓ Anamnesis
- ✓ Toma de agudeza visual sin su mejor corrección óptica (Rx)
- ✓ Toma de sensibilidad al contraste sin su mejor corrección óptica (Rx)
- ✓ Refracción estática. (diagnosticar el error refractivo y ambliopía)
- ✓ Toma de agudeza visual con corrección
- ✓ Toma de sensibilidad al contraste con su mejor corrección óptica (Rx)
- ✓ Estudio de salud ocular, binocularidad, motilidad ocular y acomodación para descartar o determinar alguna disfunción visual.

- ✓ Terapia visual. Evaluar agudeza visual y sensibilidad al contraste después de terapia visual utilizando filtros y prismas verticales.

La agudeza visual y sensibilidad al contraste se tomaron a 3mts.

Para medir la agudeza visual se utilizó la cartilla de Snellen. Para medir la sensibilidad al contraste se utilizó la prueba Functional Acuity Contrast Test (FACT), diseñada por Arthur Gingsburg. Ambas pruebas se reportaron en decimal.

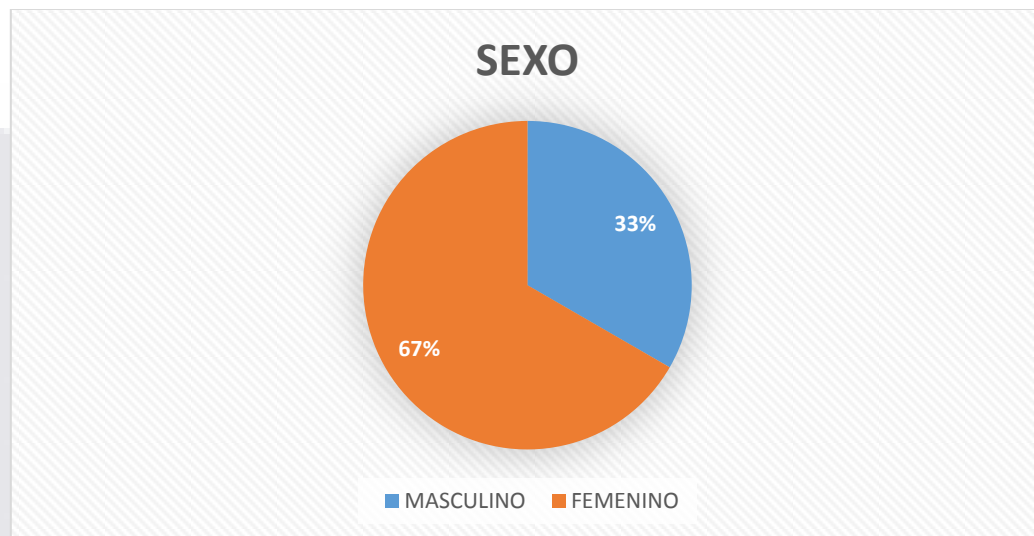
Una vez que se diagnosticó la ambliopía se trabajó con los filtros y prismas.

Se realizó la evaluación a los 5 minutos de colocar los prismas o filtros. Esto ahorró tiempo y costo ya que se puede utilizar clips en los lentes de los pacientes.

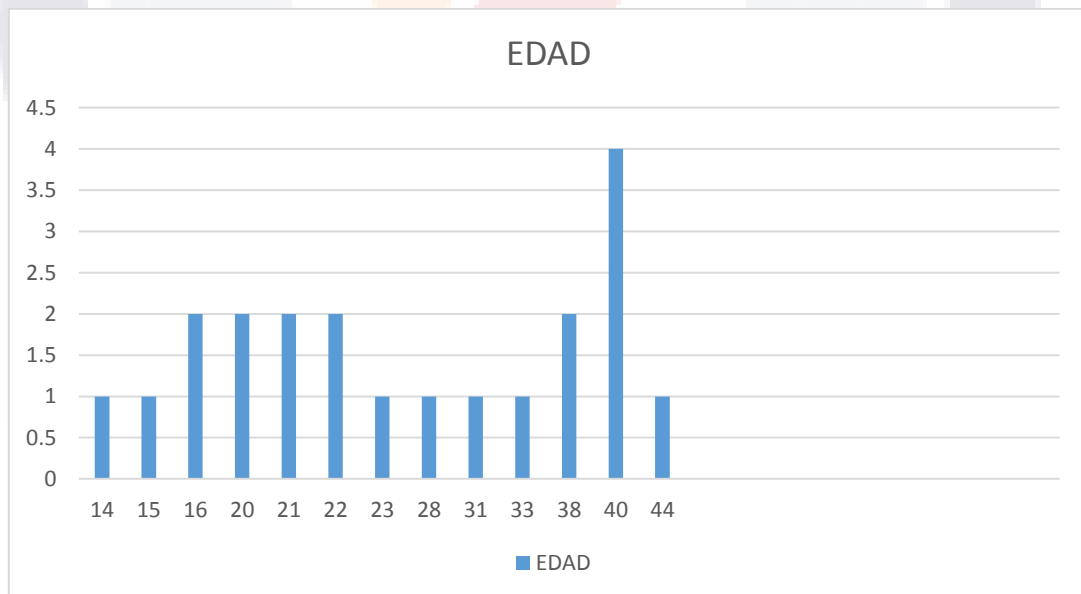
Se comparó la respuesta en agudeza visual y sensibilidad al contraste con el uso de prisma vertical y en cada filtro a utilizar (rojo, verde, azul, amarillo, gris, ámbar) en cada paciente con ambliopía.

## CAPÍTULO VII RESULTADOS

Se trabajó con 21 pacientes diagnosticados como ambiopes de los cuales 14 son del sexo femenino que representa el 67% y 7 son del sexo masculino que representa el 33% con un rango de edad que va de los 14 a los 44 años.



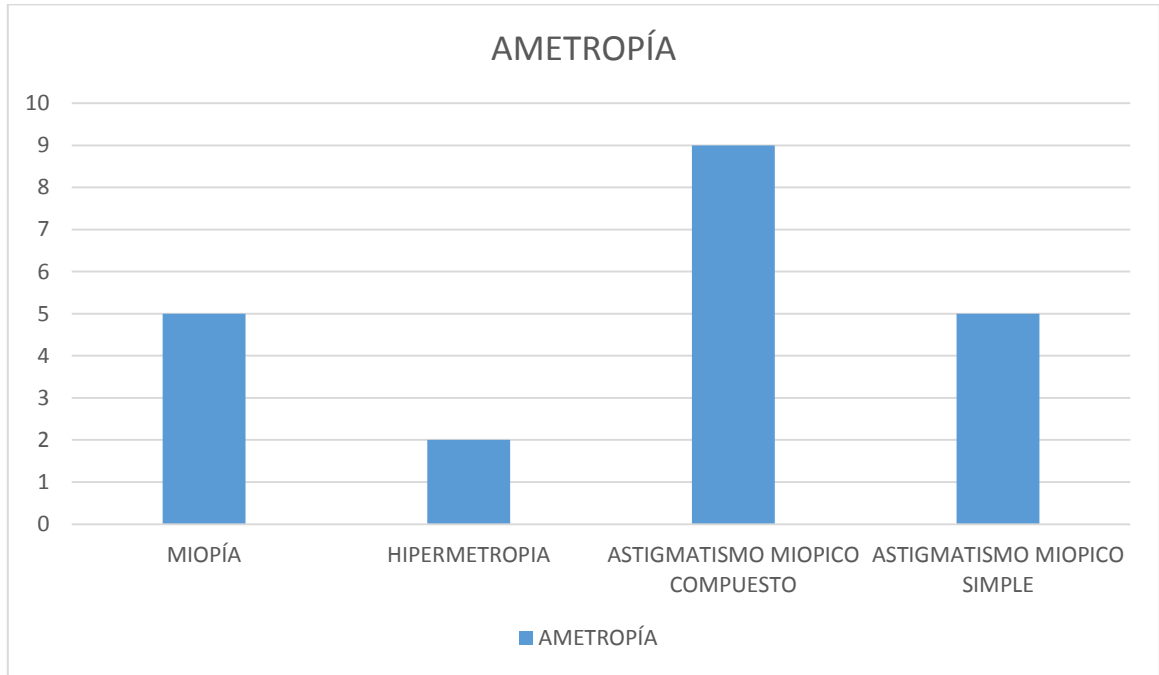
**Grafica 1. Clasificación de pacientes ambiopes por sexo**



**Grafica 2. Clasificación de pacientes ambiopes por edad.**

Media de la edad = 27.7142    Desviación estandar de la edad = 10.10021

Los pacientes diagnosticados como ambliopes se clasificaron de acuerdo a su ametropía.



**Grafica 3. Clasificación de Ametropías**

De los 21 pacientes ambliopes, 5 de ellos presentaron miopía, 2 hipermetropía, 9 astigmatismo miópico compuesto y 5 astigmatismo miópico simple. De acuerdo a la tabla se puede observar que predomina el astigmatismo miópico compuesto en la ambliopía. La hipermetropía es la ametropía menos frecuente en ambliopía.

**Tabla 1. Resultados obtenidos en la toma de agudeza visual en decimal sin la Rx con el prisma y los diferentes filtros.**

	AV S/RX	PRISMA S/RX	FILTRO ROJO S/RX	FILTRO VERDE S/RX	FILTRO AZUL S/RX	FILTRO AMARILLO S/RX	FILTRO GRIS S/RX	FILTRO AMBAR S/RX
MEDIA	0.16	0.16	0.17	0.18	0.17	0.20	0.15	0.17

La tabla 1 muestra los resultados que presentaron los 21 pacientes ambliopes al ser sometidos a la prueba de agudeza visual. Los resultados se presentan en decimal. La primera columna corresponde al resultado de la agudeza visual sin la

Rx, sin el prisma y sin los filtros; es decir, antes de terapia visual. Los siguientes resultados corresponden a la agudeza visual sin la Rx pero con el prisma y los diferentes filtros; es decir, después de terapia visual.

**Tabla 2. Resultados obtenidos en la toma de agudeza visual en decimal con la Rx con el prisma y los diferentes filtros.**

	AV C/RX	PRISMA C/RX	FILTRO ROJO C/RX	FILTRO VERDE C/RX	FILTRO AZUL C/RX	FILTRO AMARILLO C/RX	FILTRO GRIS C/RX	FILTRO AMBAR C/RX
MEDIA	0.30	0.30	0.33	0.36	0.32	0.41	0.27	0.29

La tabla 2 muestra los resultados que presentaron los 21 pacientes ambliopes al ser sometidos a la prueba de agudeza visual. Los resultados se presentan en decimal. La primera columna AV C/RX corresponde al resultado de la agudeza visual utilizando su mejor corrección óptica, sin el prisma y sin los filtros; es decir, antes de terapia visual. Los siguientes resultados corresponden a la agudeza visual con su Rx pero con el prisma y los diferentes filtros; es decir, después de terapia visual.

**Tabla 3. Resultados obtenidos en la toma de sensibilidad al contraste en decimal sin Rx con el prisma y los diferentes filtros.**

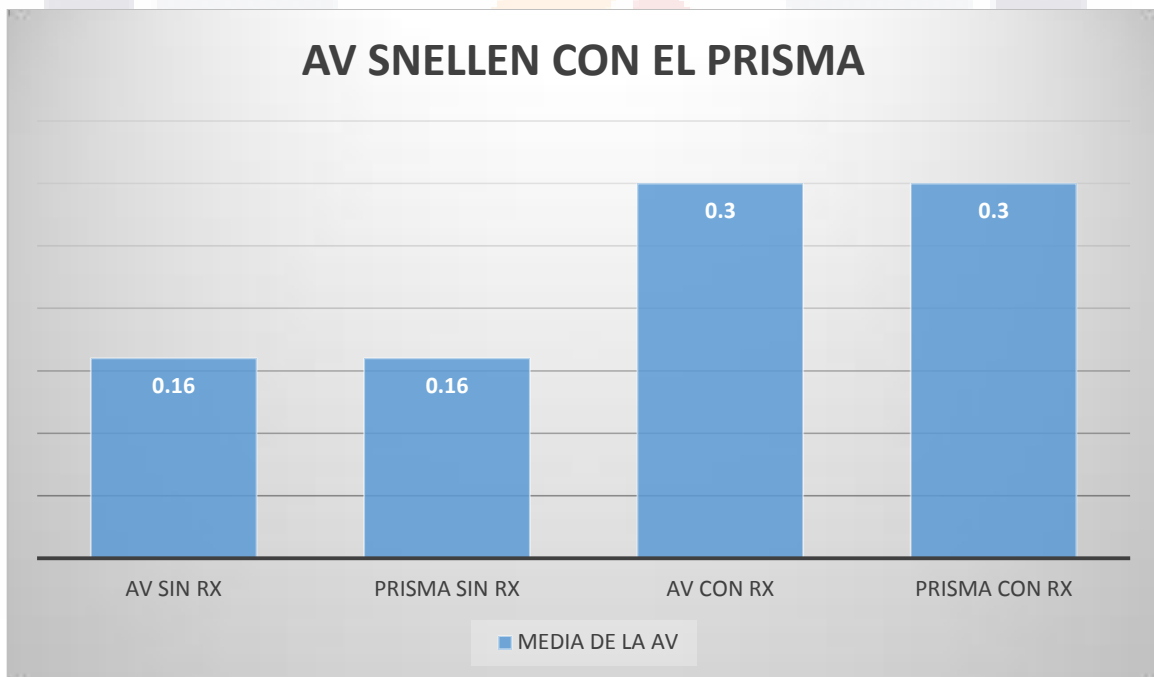
	SC S/RX	PRISMA S/RX	FILTRO ROJO S/RX	FILTRO VERDE S/RX	FILTRO AZUL S/RX	FILTRO AMARILLO S/RX	FILTRO GRIS S/RX	FILTRO AMBAR S/RX
MEDIA	0.16	0.16	0.16	0.18	0.18	0.22	0.12	0.18

La tabla 3 muestra los resultados que presentaron los 21 pacientes ambliopes al ser sometidos a la prueba de sensibilidad al contraste. Los resultados se presentan en decimal. La primera columna corresponde al resultado de sensibilidad al contraste sin la Rx, sin el prisma y sin los filtros; es decir, antes de terapia visual. Los siguientes resultados corresponden a la sensibilidad al contraste sin la Rx pero con el prisma y los diferentes filtros; es decir, después de terapia visual.

**Tabla 4. Resultados obtenidos en la toma de sensibilidad al contraste en decimal con Rx con el prisma y los diferentes filtros.**

	SC C/RX	PRISMA C/RX	FILTRO ROJO C/RX	FILTRO VERDE C/RX	FILTRO AZUL C/RX	FILTRO AMARILLO C/RX	FILTRO GRIS C/RX	FILTRO AMBAR C/RX
MEDIA	0.24	0.24	0.24	0.26	0.28	0.40	0.20	0.24

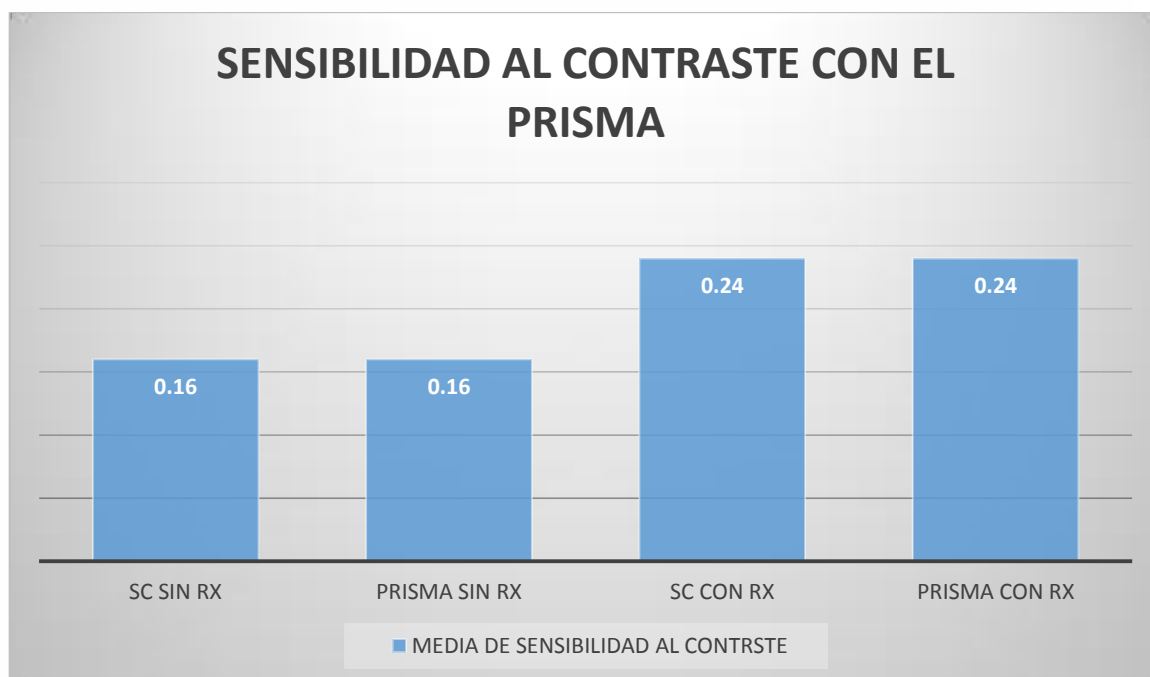
La tabla 4 muestra los resultados que presentaron los 21 pacientes ambliopes al ser sometidos a la prueba de sensibilidad al contraste. Los resultados se presentan en decimal. La primera columna SC C/RX corresponde al resultado de sensibilidad al contraste utilizando su mejor corrección óptica, sin el prisma y sin los filtros; es decir, antes de terapia visual. Los siguientes resultados corresponden a la sensibilidad al contraste con su Rx pero con el prisma y los diferentes filtros; es decir, después de terapia visual.



**Grafica 4. Resultados de la agudeza visual (AV) en decimal con el prisma sin la Rx y con la Rx**

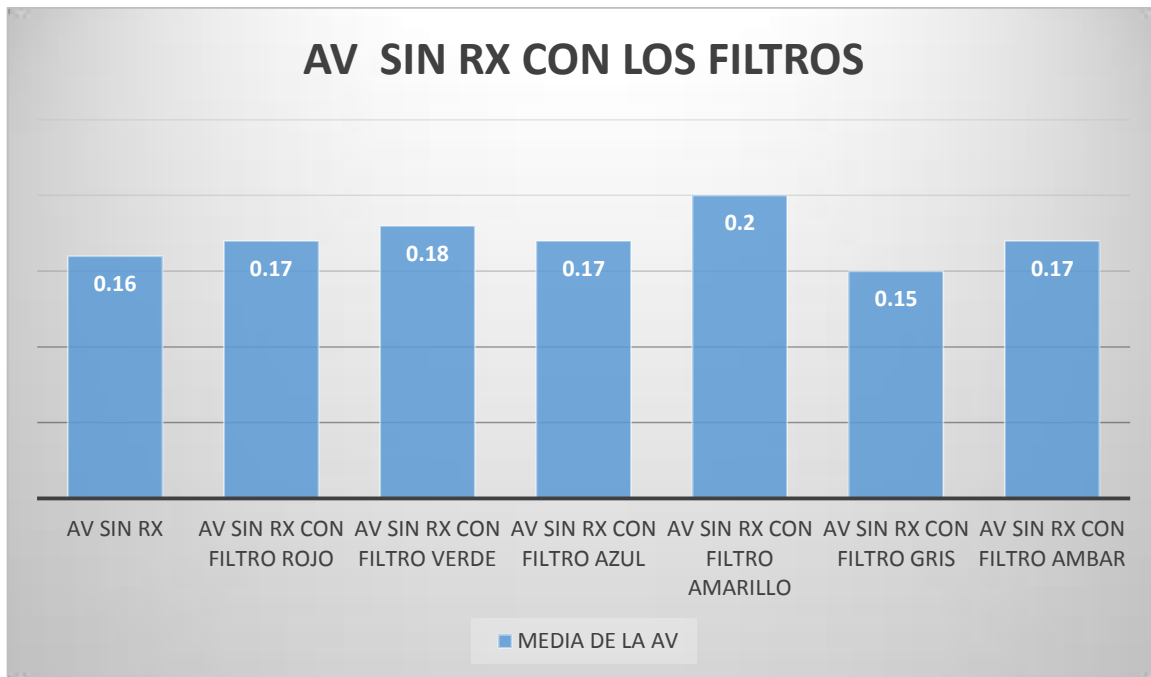
La primera columna de la gráfica 4 muestra el resultado de la toma de la agudeza visual en decimal sin Rx, sin prisma y sin ningún filtro (antes de terapia visual). Se

obtiene una media de 0.16. En la segunda columna se obtiene también una media de 0.16 pero ya con el prisma (después de terapia visual), por lo que no se registran cambios. La tercera columna representa la agudeza visual con la Rx, alcanzando una media de 0.30 (antes de terapia visual), al igual que la cuarta columna donde se mide la agudeza visual con la Rx y adicionando el prisma (después de terapia visual).



**Grafica 5. Resultados de la sensibilidad al contraste (SC) en decimal con el prisma sin la Rx y con la Rx**

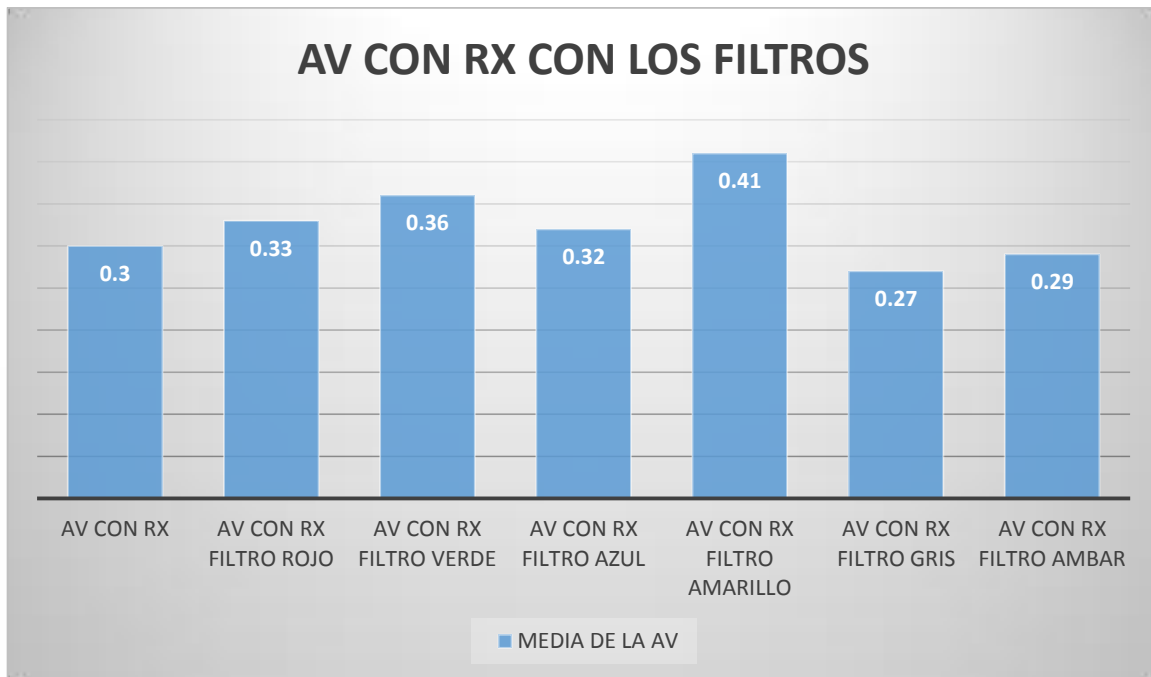
La primera columna de la gráfica 5 muestra el resultado de la sensibilidad al contraste en decimal sin Rx, sin prisma y sin ningún filtro (antes de terapia visual). Se obtiene una media de 0.16. En la segunda columna se obtiene también una media de 0.16 pero ya con el prisma (después de terapia visual), por lo que no se registran cambios. La tercera columna representa la sensibilidad al contraste con la Rx, alcanzando una media de 0.24 (antes de terapia visual), al igual que la cuarta columna donde se mide la sensibilidad al contraste con la Rx y adicionando el prisma (después de terapia visual).



**Grafica 6. Resultados de la agudeza visual (AV) en decimal con los diferentes filtros tomados sin la Rx**

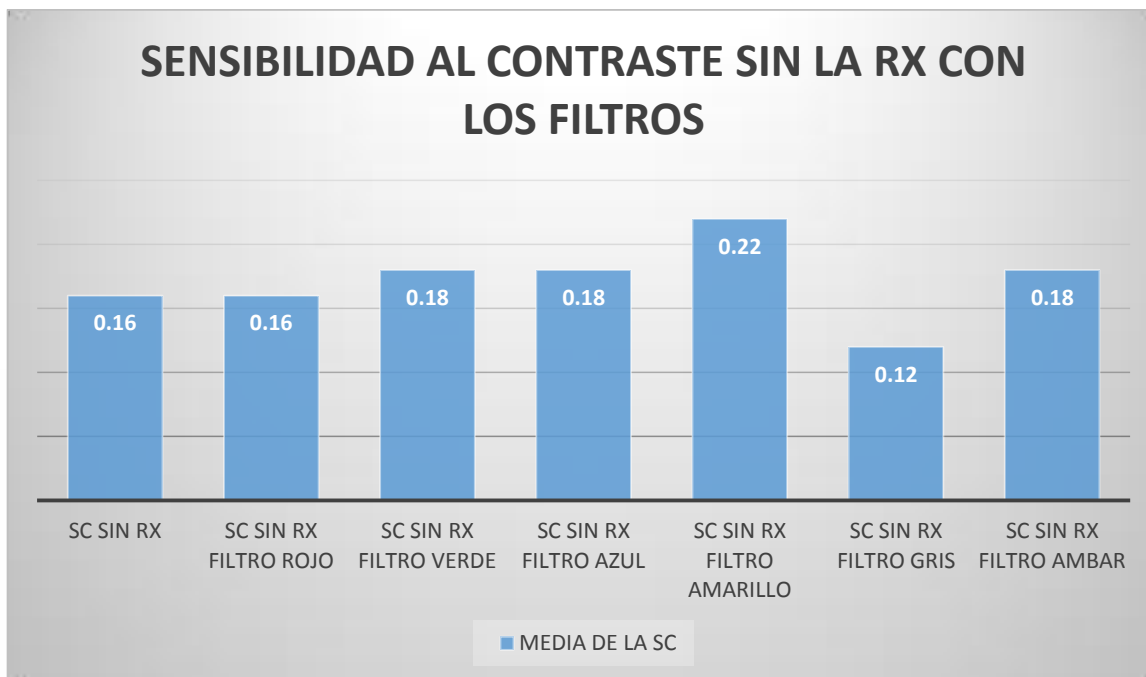
En la gráfica 6 se muestran los resultados obtenidos en la toma de agudeza visual en decimal con los diferentes filtros. La primera columna AV SIN RX representa la agudeza visual alcanzada sin Rx y sin ningún filtro (antes de terapia visual). Las siguientes columnas corresponden a la toma de agudeza visual sin la Rx pero adicionando cada uno de los filtros (después de terapia visual). Se observa que existe una mejoría con los filtros rojo, verde, azul, amarillo y ámbar después de la terapia visual. Con el filtro gris existe una disminución en la agudeza visual, ya que antes de la terapia se reporta 0.16 y después de la terapia baja a 0.15. El filtro amarillo es el que alcanza mejor agudeza visual con 0.20.





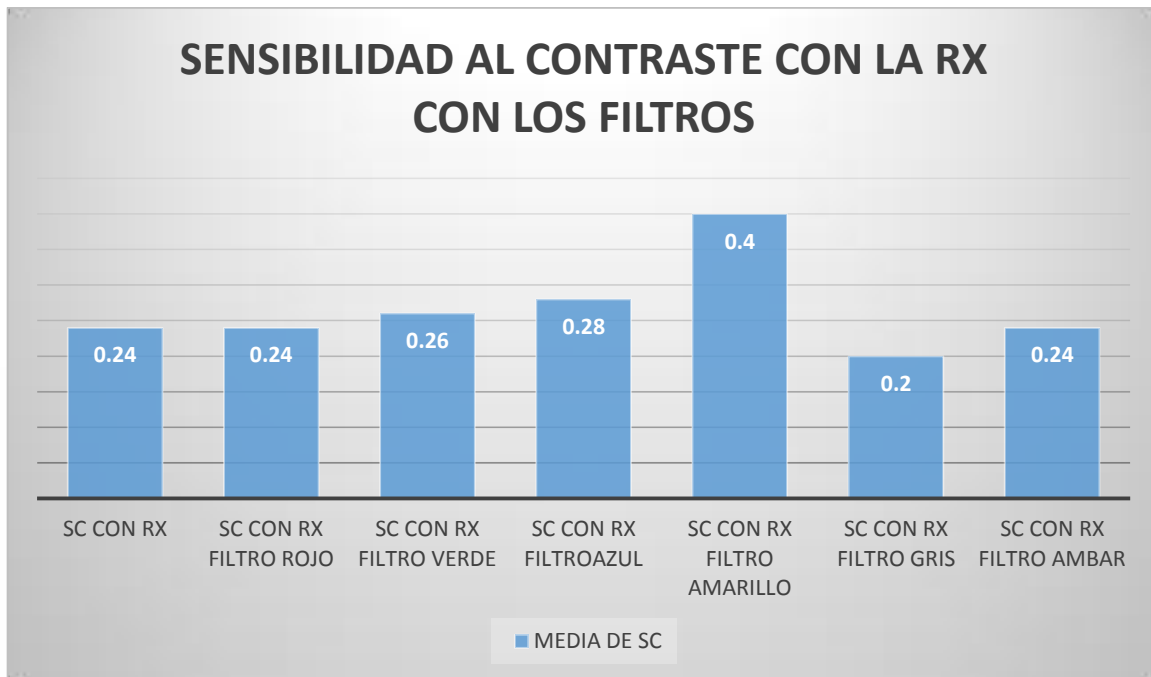
**Grafica 7. Resultados de la agudeza visual (AV) en decimal con los diferentes filtros tomados con la Rx**

En la gráfica 7 se muestran los resultados obtenidos en la toma de agudeza visual en decimal con la Rx y adicionando los diferentes filtros. La primera columna AV CON RX representa la agudeza visual alcanzada con la mejor corrección óptica y sin ningún filtro (antes de terapia visual). Las siguientes columnas corresponden a la toma de agudeza visual con la Rx pero adicionando cada uno de los filtros (después de terapia visual). El filtro amarillo es el que alcanza mejor agudeza visual. Con el filtro gris se sigue presentando una disminución en la agudeza visual; además, el filtro ámbar presenta una disminución.



**Grafica 8. Resultados de la sensibilidad al contraste (SC) en decimal con los diferentes filtros tomados sin la Rx**

En la gráfica 8 se muestran los resultados obtenidos en la toma de sensibilidad al contraste en decimal con los diferentes filtros. La primera columna SC SIN RX representa la sensibilidad al contraste alcanzada sin Rx y sin ningún filtro (antes de terapia visual). Las siguientes columnas corresponden a la toma de sensibilidad al contraste sin la Rx pero adicionando cada uno de los filtros (después de terapia visual). Se observa que existe una mejoría con los filtros verde, azul, amarillo y ámbar después de la terapia visual. Con el filtro gris existe una disminución en la sensibilidad al contraste, ya que antes de la terapia se reporta 0.16 y después de la terapia con el filtro gris baja a 0.12. El filtro amarillo es el que alcanza mejor agudeza visual con 0.22.



**Grafica 9. Resultados de la sensibilidad al contraste (SC) en decimal con los diferentes filtros con la Rx**

En la gráfica 9 se muestran los resultados obtenidos en la toma de sensibilidad al contraste en decimal con la Rx y adicionando los diferentes filtros. La primera columna SC CON RX representa la sensibilidad al contraste alcanzada con Rx y sin ningún filtro (antes de terapia visual). Las siguientes columnas corresponden a la toma de sensibilidad al contraste con la Rx pero adicionando cada uno de los filtros (después de terapia visual). Se observa que existe una mejoría con los filtros verde, azul y amarillo después de la terapia visual. Con el filtro gris existe una disminución en la sensibilidad al contraste, ya que antes de la terapia se reporta 0.24 y después de la terapia con el filtro gris baja a 0.2. El filtro amarillo es el que alcanza mejor agudeza visual con 0.4.

## 7.1 ANALISIS ESTADISTICO

La metodología que se siguió para el análisis estadístico, se basó en las recomendaciones que pretenden analizar una, dos o más muestras que se tomó de igual número de poblaciones<sup>18</sup>.

En virtud que el presente trabajo consistió en el contraste estadístico de ocho pares de muestras extraídas de igual número de poblaciones con el propósito de conocer sí la media  $\mu$  es o no igual en ambas poblaciones de cada par de muestras y por separado otro contraste estadístico de ocho muestras, también extraídas de igual número de poblaciones y con el propósito de conocer sí la media  $\mu$  es o no igual en las 8 poblaciones, se procedió a seguir una metodología de análisis para los dos contrastes. Estos fueron:

- I. El contraste estadístico de ocho pares de muestras (contraste de par en par) extraídas de igual número de poblaciones.
- II. El contraste estadístico de ocho muestras extraídas de igual número de poblaciones.
- III. El contraste de ocho pares de muestras (de par en par) extraídas de ocho pares de poblaciones.

### PROPÓSITO DE LOS CONTRASTES DE LOS PARES DE MUESTRAS.

Se trata de investigar a través de la prueba de hipótesis, sí las poblaciones de las cuales se extrajeron las muestras tienen o no medias iguales.

1. Se formula la hipótesis nula y alterna. La hipótesis nula es  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$  y la alterna es  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

2. Se decide el nivel de significancia llamado  $\alpha$ . Con este valor de  $\alpha$  buscamos en la tabla normal estandarizada el valor crítico que nos marca la zona de aceptación y la de rechazo.
3. Se procede a contrastar el par de muestras. Para esto, se fijan de ambas muestras el tamaño “n”, la media muestral  $\bar{x}$  y la varianza muestral  $S^2$ .
4. Se procede a calcular la variable fortuita “z” o estadístico “z”.
5. Se ubica el valor “z” en la zona correspondiente y así conocemos si  $H_0$  se acepta o se rechaza.

Primer par de muestras que se contrastan.

Muestra AV S/RX con AV C/RX

Para ambas muestras se conoce de cada una el tamaño n, la media  $\bar{x}$  y la varianza  $S^2$ .

AV S/RX	AV C/RX
$\bar{x}_1 = 0.16$	$\bar{x}_2 = 0.30$
$S_1^2 = 0.0115$	$S_2^2 = 0.0114$

Segundo par de muestras que se contrastan son PRISMA S/RX con PRISMA C/RX

PRISMA S/RX	PRISMA C/RX
$\bar{x}_1 = 0.16$	$\bar{x}_2 = 0.30$
$S_1^2 = 0.0114$	$S_2^2 = 0.0114$

Tercer par de muestras que se contrasta son FILTRO ROJO S/RX con FILTRO ROJO C/RX

FILTRO ROJO S/RX	FILTRO ROJO C/RX
$\bar{x}_1 = 0.17$	$\bar{x}_2 = 0.33$
$S_1^2 = 0.00964$	$S_2^2 = 0.01232$

Cuarto par de muestras que se contrastan son FILTRO VERDE S/RX con FILTRO VERDE C/RX

FILTRO VERDE S/RX	FILTRO VERDE C/RX
$\bar{x}_1 = 0.18$	$\bar{x}_2 = 0.36$
$S_1^2 = 0.0117$	$S_2^2 = 0.0225$

Quinto par de muestras que se contrastan son FILTRO AZUL S/RX con FILTRO AZUL C/RX

FILTRO AZUL S/RX	FILTRO AZUL C/RX
$\bar{x}_1 = 0.17$	$\bar{x}_2 = 0.32$
$S_1^2 = 0.011$	$S_2^2 = 0.0136$

Sexto par de muestras que se contrastan son FILTRO AMARILLO S/RX con FILTRO AMARILLO C/RX

FILTRO AMARILLO S/RX	FILTRO AMARILLO C/RX
$\bar{x}_1 = 0.20$	$\bar{x}_2 = 0.41$
$S_1^2 = 0.0121$	$S_2^2 = 0.0177$

Séptimo par de muestras que se contrastan son FILTRO GRIS S/RX con FILTRO GRIS C/RX

FILTRO GRIS S/RX	FILTRO GRIS C/RX
$\bar{x}_1 = 0.15$	$\bar{x}_2 = 0.27$
$S_1^2 = 0.0101$	$S_2^2 = 0.0112$

Octavo par de muestras que se contrastan son FILTRO AMBAR S/RX con FILTRO AMBAR C/RX

FILTRO ÁMBAR S/RX	FILTRO ÁMBAR C/RX
$\bar{x}_1 = 0.17$	$\bar{x}_2 = 0.29$
$S_1^2 = 0.0098$	$S_2^2 = 0.0122$

RESUMEN DEL CONTRASTE ESTADÍSTICO DE OCHO PARES DE MUESTRAS

Muestra AV S/RX con AV C/RX	Muestra Prisma S/RX con prisma C/RX	Muestra Filtro rojo S/RX con filtro rojo C/RX	Prueba Filtro verde S/RX con filtro verde C/RX	Muestra Filtro azul S/RX con filtro azul C/RX	Muestra Filtro amarillo S/RX con filtro amarillo C/RX	Muestra Filtro gris S/RX con filtro gris C/RX	Muestra Filtro ámbar S/RX con filtro ámbar C/RX
$z = -4.239$	$z = -4.239$	$z = -4.96$	$z = -4.46$	$z = -4.41$	$z = -5.585$	$z = -3.77$	$z = -3.715$

**Interpretación de los resultados.**

El valor del estadístico z para las ocho muestras contrastadas, se localiza en la zona de rechazo; en consecuencia la media  $\mu$  de las poblaciones donde se extrajeron las muestras tienen medias diferentes.

II.El contraste de ocho muestras extraídas de igual número de poblaciones.

Para el contraste de 8 muestras extraídas de igual número de poblaciones, se hizo uso de la prueba de análisis de varianza de fisher o también conocida como la prueba ANOVA (analysis of variance)<sup>19</sup>.

PROPÓSITO DE LA PRUEBA.

Se trata de investigar a través de la prueba de hipótesis si dichas muestras provienen o no de poblaciones iguales, es decir, de medias iguales.

En el presente trabajo y con el propósito de simplificar el laborioso algoritmo de la prueba ANOVA, se presentan tablas de cálculo y el resultado final de la prueba.

TABLA 5. ANOVA AV S/RX

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamiento	$8 - 1 = 7$	0.0378	$\frac{0.0378}{8 - 1} = 0.0054$	$\frac{0.0054}{0.0112} = 0.4821$
Error	$(21) (8) - 8 = 160$	1.7989	$\frac{1.7989}{160} = 0.0112$	
Total	167	1.8367		

Donde  $F = 0.4821$  es el valor F de fisher de esta prueba.

Ahora se hace el planteamiento de la prueba de hipótesis:

LA PRUEBA DE HIPÓTESIS.

1.  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 =$  Las medias de las 8 poblaciones donde se extrajeron las 8 muestras son iguales.



2.  $H_1$ : Las medias de las 8 poblaciones donde se extrajeron las 8 muestras no son iguales.
3. Se fija el nivel de significancia; es decir  $\alpha$ . Demos el valor  $\alpha = 0.01$
4. Se fija el valor de la estadística de prueba. Este valor es el que tiene F en la tabla ANOVA elaborada anteriormente; es decir  $F = 0.4821$

$$F = \frac{\text{Estimación de la varianza por medio de la variación entre medias}}{\text{Estimación de la varianza por medio de la variación dentro de muestras}} = 0.4821$$

5. Se calcula el valor de  $F_C$  para la región crítica o sea para conocer la zona de aceptación y la zona de rechazo.

Para conocer esta  $F_C$ , se requiere el conocimiento de los grados de libertad tanto del numerador como del denominador del cociente de  $F = 0.4821$

Sí se llama  $V_1$  a los grados de libertad del numerador, se tendrá que  $V_1 = K - 1 = 8 - 1 = 7$ , donde K es el número de tratamientos.

Sí se llama  $V_2$  a los grados de libertad del denominador, se tendrán los valores siguientes:

$V_2 = n - K = (8)(21) - 8 = 168 - 8 = 160$ , donde n es el número de observaciones (o datos) en las 8 muestras.

Haciendo uso de las tablas para los valores críticos de  $F_C$  con  $\alpha = 0.05$ , se encuentra que para  $V_1 = 7$  y  $V_2 = 160$  (en la tabla ya corresponde al infinito  $\infty$ ) el valor de  $F_C = 2.64$

Se concluye que la región crítica es a partir de  $F_C = 2.64$ . Esto significa que los valores de F de prueba mayores que 2.64 corresponderán a la zona de rechazo y aquellos que sean menores a 2.64 estarán en la zona de aceptación.

6. Comparación de la F de prueba con la  $F_C$

El valor de la F de prueba es de 0.4821 que es menor que la  $F_C = 2.64$

Se concluye diciendo que se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_1$ .

En palabras, la hipótesis nula es verdadera y en este sentido, las 8 poblaciones donde se extrajeron las 8 muestras, tienen la misma media poblacional.

7. Interpretación del resultado: Se concluye diciendo que las 8 poblaciones son iguales en sus medias poblacionales.

TABLA 6. ANOVA SC S/RX

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F
Tratamiento	$8 - 1 = 7$	0.1083	$\frac{0.1083}{8 - 1} = 0.01547$	$\frac{0.01547}{0.00416} = 3.718$
Error	$(21) (8) - 8 = 160$	0.6667	$\frac{0.6667}{160} = 0.00416$	
Total	167	0.775		

Donde  $F = 3.718$  es el valor F de Fisher de esta prueba.

Ahora se hace el planteamiento de la prueba de Hipótesis:

LA PRUEBA DE HIPÓTESIS.

1.  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 =$  Las medias de las 8 poblaciones donde se extrajeron las 8 muestras y se plantea que son iguales.
2.  $H_1:$  Las medias de las 8 poblaciones donde se extrajeron las 8 muestras y se plantea que no son iguales.
3. Se fija el nivel de significancia; es decir  $\alpha$ . Demos el valor  $\alpha = 0.01$

4. Se fija el valor de La estadística de prueba. Este valor es el que tiene F en la tabla ANOVA elaborada anteriormente; es decir  $F = 3.718$

$$F = \frac{\text{Estimación de la varianza por medio de la variación entre medias}}{\text{Estimación de la varianza por medio de la variación dentro de muestras}} = 3.718$$

5. Se calcula el valor de  $F_C$  para conocer la región crítica, es decir conocer las regiones de aceptación y rechazo.

- Para conocer esta  $F_C$ , se requiere el conocimiento de los grados de libertad tanto del numerador como del denominador del cociente de  $F = 3.718$
  - Sí se llama  $V_1$  a los grados de libertad del numerador, se tendrá que  $V_1 = K - 1 = 7$ , donde K es el número de tratamientos (en nuestro caso 8).
  - Sí se llama  $V_2$  a los grados de libertad del denominador, se tendrá que  $V_2 = n - K = (8) (21) - 8 = 168 - 8 = 160$ , donde “n” es el número de observaciones o datos en las 8 muestras.
  - Haciendo uso de las tablas para los valores críticos de  $F_C$  con  $\alpha = 0.05$ , se encuentra que para  $V_1 = 7$  (en la tabla este valor ya le corresponde al infinito  $\infty$ ) el valor  $F_C = 2.64$
  - Se concluye que la región crítica es a partir de  $F_C = 2.64$ . Esto significa que los valores de F de la prueba que sean menores a 2.64 estarán en la zona de aceptación y sí son mayores estarán en la de rechazo.
6. Se compara la F de prueba con la  $F_C$ . Sabemos que  $F_P = 3.718$  y la  $F_C = 2.64$ . Así que  $3.718 > 2.64$  y en consecuencia el valor 3.718 se tiene en la zona de rechazo. Esto significa que se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$
7. Interpretación del resultado: Las 8 poblaciones donde se extrajeron respectivamente las 8 muestras, tienen medias diferentes.

RESUMEN DEL CONTRASTE ESTADÍSTICO DE 8 MUESTRAS UTILIZANDO EL ANÁLISIS DE VARIANZA DE FISHER O PRUEBA ANOVA.

PRUEBA 1 DEL TIPO SRX	PRUEBA 2 DEL TIPO SRX
Resultados encontrados y su interpretación. F de prueba = 0.4821 F crítico = 2.64 $F_p < F_c$ Se acepta la hipótesis nula y en consecuencia las medias poblacionales son iguales.	Resultados encontrados y su interpretación: F de prueba = 3.718 F crítico = 2.64 $F_p > F_c$ Se rechaza la hipótesis nula y en consecuencia las medias poblacionales son diferentes.

## DISCUSIÓN

Se trabajó con 21 pacientes diagnosticados como ambliopes. Se tomó agudeza visual y sensibilidad al contraste sin su Rx y con su Rx. Posteriormente se aplicó la terapia visual adicionando prisma vertical y filtros (rojo, verde, azul, amarillo, gris y ámbar), midiéndose nuevamente agudeza visual y sensibilidad al contraste a tres metros considerada como distancia lejana. De acuerdo a los resultados obtenidos se observa una mejoría tanto en agudeza visual como en sensibilidad al contraste con el uso de los filtros como son el rojo, azul, verde, amarillo y ámbar. De todos ellos el filtro amarillo reportó mejoría significativa sobre los demás.

Los filtros oftálmicos son dispositivos que modifican la distribución espectral de la luz que llega al ojo, y bloquea en mayor o menor medida las diferentes longitudes de onda del espectro de la radiación óptica que incide sobre el ojo. Un filtro de color elimina de la luz blanca todas las radiaciones excepto a las que dan lugar a la sensación del mismo. Una lente con filtro es aquella que se utiliza con el objetivo concreto de reducir la cantidad de luz o energía radiante transmitida. Los filtros ayudan a evitar que las radiaciones solares lleguen directamente a los ojos, evitan el deslumbramiento, mejoran el contraste y permiten una mejor adaptación a la luz.

López menciona que los filtros amarillos y rojos provocan estimulación más específica de la retina intermedia y central según el proceso inverso, es decir la inhibición relativa de la retina periférica. Ya que la rodopsina no sólo no absorbe longitudes de ondas largas sino también longitudes mayores a 500nm incluyendo el amarillo, anaranjado y rojo permite al ojo ambliope que es un ojo adaptado a la oscuridad volver a la normalidad, al estimular el área central retinal con el filtro amarillo de mayor estimulación central, según el proceso inverso de la inhibición relativa de la retina periférica; la estimulación retinal da la información alternada de la ambliopía. El filtro amarillo mejora el contraste por el mecanismo a inhibición

lateral. El contraste es el resultado de una inhibición lateral entre los conductos nerviosos de naturaleza inhibitoria. Una señal potente en una fibra nerviosa causará la depresión de las señales de las fibras vecinas, pero las señales débiles causarán una escasa inhibición lateral (que es lo ocurrido en la ambliopía). El sistema visual posee un número de canales para detectar un rango amplio de frecuencias espaciales cada una con sensibilidad al contraste. Estos canales son selectivamente afinados a la frecuencia espacial. En la ambliopía estos canales selectivos de frecuencia espacial dan el aumento del campo receptivo. Esta anomalía de la frecuencia espacial produce el aumento de la suma espacial. La propiedad que tiene el filtro amarillo por su longitud de onda exacta a la emetropizante, es sintonizar estos canales receptivos para lograr una mayor inhibición lateral, agudizando los controles y en cierto modo contrarrestando la claridad y por tanto mejorando el contraste, porque las imágenes se forman más definidas.

En 2003, Velázquez y Ortiz realizan un estudio en pacientes ambliopes utilizando filtros, agujero estenopeico y telescopio. La agudeza visual mejora al utilizar estas técnicas; y concluyen que en relación a la edad, los resultados muestran que no existe una relación directa entre la agudeza visual y la edad. En el presente estudio la edad fue entre los 14 y 44 años, dentro de los cuales tuvieron buena respuesta al uso de los diferentes filtros por lo que no se presentaron variaciones de acuerdo a la edad.

En el estudio realizado a una población de escolares por Capetillo y Triana, mencionan que la ambliopía refractiva predomina en la población seguida de la estrábica; en donde el astigmatismo es el defecto refractivo predominante seguido por la miopía y la hipermetropía<sup>20</sup>. Martínez señala que la ametropía que representa mayor incidencia de ambliopía es el astigmatismo miópico compuesto. De los 21 pacientes examinados en este estudio, la ametropía que se presentó con mayor frecuencia también fue el astigmatismo miópico compuesto. Además

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

también predominó la ambliopía refractiva, ya que no se presentó ningún caso de ambliopía estrábica.

Hernández en 2016 obtiene resultados significativos al utilizar el filtro azul en pacientes ambliopes al medir agudeza visual, sensibilidad al contraste y estereopsis; concluyendo que el filtro azul estimula la retina periférica y los conos azules que se encuentran en la retina paracentral<sup>21</sup>. El filtro azul presentó mejoría tanto en agudeza visual como en sensibilidad al contraste. La agudeza visual sin la Rx presentó una media de 0.16. La agudeza visual sin la Rx con el filtro azul, después de terapia visual presentó una media de 0.17. Al tomar la agudeza visual con la Rx se presentó una media de 0.30. Al medir la agudeza visual con la Rx adicionando el filtro azul, después de la terapia visual presentó una media de 0.32. Al medir la sensibilidad al contraste sin la Rx se obtuvo una media de 0.16. La sensibilidad al contraste tomada con el filtro azul, después de terapia visual se obtuvo una media de 0.18. Cuando se midió la sensibilidad al contraste con la mejor Rx se presentó una media de 0.24 y al adicionar el filtro azul con la mejor Rx, después de la terapia visual se obtuvo una media de 0.28 logrando presentarse una mejoría.

En 20 niños con ambliopía binocular se probó la influencia de unos filtros amarillos. Respecto a la agudeza visual con el uso de estos filtros hubo una mejoría estadísticamente significativa. Además, en las revisiones hechas 3 y 6 meses después del inicio del uso continuo de los filtros, se mantenía esta mejoría<sup>22</sup>. Se cree que este progreso es debido a que el filtro corta el paso de la luz azul y reduce la borrosidad por aberración cromática, concluyendo que el uso continuo de un filtro amarillo en niños con ambliopía podría conducir a una mejora permanente de la visión<sup>22</sup>. En este mismo estudio se examinó también la sensibilidad al contraste con el uso de filtros amarillos. En todos, mejoró la sensibilidad al contraste significativamente y se mantuvo a los 3 y 9 meses siguientes incluso sin el uso de los filtros en los más jóvenes. El filtro amarillo fue el que mostró mejoría tanto en agudeza visual y sensibilidad al contraste en el

presente estudio. En la prueba de agudeza visual lejana se obtuvo una media de 0.16 sin la Rx que representa antes de terapia visual. Al aplicar el filtro amarillo sin la Rx se obtuvo una media de 0.20 que representa después de terapia visual. Al adicionar su mejor corrección óptica se obtuvo una media de 0.30 en la toma de agudeza visual lejana, la cual representa antes de terapia visual. Al aplicar el prisma sobre la mejor corrección óptica que representa después de terapia visual se obtuvo una media de 0.41. En sensibilidad al contraste también se presentaron mejorías con el filtro amarillo. Se obtuvo una media de 0.16 en la toma de sensibilidad al contraste sin la Rx. Al adicionar el filtro amarillo se obtuvo una media de 0.22 en visión lejana. También se midió la sensibilidad al contraste con la mejor corrección óptica, obteniéndose una media de 0.24. Después se midió la sensibilidad al contraste con la mejor corrección óptica y el filtro amarillo, obteniéndose una media de 0.40. El filtro amarillo presentó mejoría significativa en las pruebas de agudeza visual y sensibilidad al contraste, sin la Rx y con la Rx.

Se realizó un examen de sensibilidad al contraste con el uso y sin el uso de filtro en 14 ancianos sin anomalías oculares, 15 con catarata, 10 con degeneración macular y 9 pseudofáquicos. Para los primeros, el filtro aumentó significativamente la sensibilidad al contraste<sup>23</sup>. No se especifica el filtro que se utilizó. Pero se manifiesta una mejoría en pacientes ancianos sin anomalías oculares. En la ambliopía se ven afectados tanto la agudeza visual como la sensibilidad al contraste y por medio del uso de filtros se puede lograr una mejoría como se muestra en el presente trabajo.

Ramirez en 2013 realiza un estudio de Sensibilidad al Contraste usando filtros en pacientes con miopía, hipermetropía y astigmatismo. Recomienda el filtro ámbar a pacientes con astigmatismo y miopía por presentar una mejoría en la sensibilidad al contraste. Los hipermetropes obtienen mejoría en la sensibilidad al contraste con el filtro verde. Menciona que con el filtro gris empeora la sensibilidad al contraste<sup>24</sup>. El filtro gris fue el único que no presentó mejoría en la medición de sensibilidad al contraste tomada en visión lejana. El filtro ámbar presentó mejoría



en la medición de sensibilidad al contraste tomada sin la Rx. Cuando se midió la efectividad del filtro sobre la Rx no mostró cambio ya que se obtuvo una media de 0.24 antes de terapia y después de terapia visual con la mejor corrección óptica. El filtro verde presentó mejoría en la toma de sensibilidad al contraste. Se obtuvo una media con el filtro verde sin la Rx de 0.18 sobre 0.16 que se obtuvo antes de terapia visual. Al medirse la sensibilidad al contraste con la mejor corrección óptica se reportó una media de 0.24. Después de terapia visual utilizando el filtro verde sobre la mejor Rx se obtuvo una media de 0.26.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede observar que existe mejoría tanto en agudeza visual como en sensibilidad al contraste tomada sin su Rx y con la Rx mediante el uso de filtros en los pacientes con ambliopía. En terapia visual es común el uso de filtros como tratamiento en pacientes con ambliopía.

El filtro que presentó mejoría en la agudeza visual sin la Rx fue el filtro amarillo, seguidos del verde, ámbar, rojo y azul. Con el filtro gris bajó la agudeza visual. Al medir la agudeza visual con la Rx utilizando los filtros se presentó mejoría significativa con el filtro amarillo, mientras que con el filtro gris bajó la agudeza visual.

En cuanto a la sensibilidad al contraste también se presentó mejoría con el filtro amarillo al medir al medir sin la Rx y con la Rx.

Los filtros amarillos reducen considerablemente la dispersión de la luz, mejorando el contraste. Ayudan a mejorar la agudeza visual de noche.

El filtro azul estimula la retina periférica y los conos azules que se encuentran en la retina paracentral.

Otra característica que mejora el contraste es la cantidad de transmisión de luz; el filtro amarillo permite una información del 88.69% en la luz incidente, de tal forma que la retina recibe así menos energía luminosa funcionando como cualquier otra capa de sol, moviendo la retina hacia un nivel más bajo mejorando así el contraste.

Christmann en 2011 menciona que en un estudio de 19 pacientes con ambliopía anisométrica (entre 8 y 49 años de edad), la terapia visual combinada con oclusión, y en algunos casos, prismas han demostrado mejoría en la agudeza visual monocular, así como en la función de la visión binocular. Pero aclara que no hay actualmente suficientes estudios clínicos para poder hacer la recomendación adecuada para el uso de estas técnicas.

La propiedad más importante del prisma es la potencia de desviación. Cuando un rayo de luz atraviesa un prisma se desvía hacia su base.

Si el paciente presenta una desviación, podemos utilizar los prismas para provocar la foveolización de la imagen desviada, y de esta manera, tratar médicamente las diplopías dirigiendo la imagen desviada hacia la fovea. De los pacientes examinados ninguno presentó desviación y mediante el uso del prisma no se presentaron cambios en la medición de la agudeza visual y sensibilidad al contraste antes y después de terapia visual. Los prismas verticales tienen un mayor efecto en la sintomatología y en la eficiencia visual principalmente en casos con tendencia a la insuficiencia de convergencia; es decir, la prescripción de prismas verticales base arriba o base abajo alivian la astenopia asociada a visión próxima o estrés visual en punto cercano. Esto evita que la fatiga no aparezca tan rápido y el desempeño sea mucho más efectivo.

## CONCLUSIONES

La terapia en ambliopía se basa en el desarrollo de la visión binocular normal. La terapia restaura eficazmente la función visual normal.

Los filtros son muy útiles para mejorar la agudeza visual en los pacientes ambliopes. Durante el trabajo se pudo detectar que con el uso de filtros y prismas muestran una mejoría significativa en la agudeza visual Snellen y la sensibilidad al contraste si se aplican sobre la mejor Rx del paciente.

Por tal motivo se recomienda ampliamente la terapia visual a través de filtros a pacientes con ambliopía.

El filtro amarillo es el más recomendado para mejorar tanto la agudeza visual y la sensibilidad al contraste en los pacientes con ambliopía.

No se recomienda el filtro gris para tratar la ambliopía ya que reduce considerablemente la agudeza visual y sensibilidad al contraste.

Por lo tanto se concluye la efectividad de algunos filtros en la función visual y se pueden encontrar mejorías en la visión de los pacientes. Estos filtros pueden ser el amarillo, rojo, verde, azul y ámbar.

La rehabilitación visual, es la mejor opción, la más completa, y permite trabajar el ojo ambliope haciéndolo funcionar a pleno rendimiento en sus diferentes habilidades visuales (agudeza visual, acomodación, flexibilidad acomodativa, movimientos oculares, coordinación ojo – mano, campo visual y procesamiento de la información visual que entra a través de él).

Además, es la mejor opción para mejorar la agudeza visual y sensibilidad al contraste del ojo ambliope mientras trabaja coordinadamente con el ojo

dominante, para que finalmente se alcance una correcta visión binocular, es decir, que se aprenda a trabajar con ambos ojos a la vez.



## BIBLIOGRAFIA

1. Sánchez Vanegas, Guillermo. Guía de práctica clínica para la prevención, la detección temprana, el diagnóstico, el tratamiento y el seguimiento de la ambliopía en menores de 18 años. Sistema general de seguridad social Colombia. 2016.
2. Martínez Gaytan, Carlos. Cambios en la agudeza visual, acomodación y estereopsis después de terapia visual activa en pacientes con ambliopía de origen refractivo. UAA. 2015.
3. Jiménez García, Marta. Ambliopía anisométrica. Universidad Zaragoza. Trabajo fin de grado. 2014.
4. Nieto Paños, Mónica. Implementación de videojuegos en la terapia visual aplicada en la recuperación de la ambliopía. 2008.
5. Christmann, Linda M. Ambliopía. American Academy of Ophthalmology. 2011.
6. Bermudez, Martha. Camacho, Marcela. Relación entre la ambliopía y el proceso de lectura. Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular. Julio-diciembre 2016; 14 (2) 83-91
7. Bermudez, Martha. López, Yolanda. Estereopsis y sensibilidad al contraste en niños con ambliopía refractiva. Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular. julio-diciembre 2007; 9 117-121.
8. Medrano Muñoz, Sandra Milena. León Álvarez, Alejandro. Determinación de los cambios en la función de sensibilidad al contraste posterior a la terapia visual en pacientes con diagnóstico de ambliopía refractiva. Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular. enero-junio 2011; 9 (1) 81-89.
9. Barret, Brendan T. ¿son la ambliopía y el estrabismo condiciones discapacitantes? 2010.
10. Velázquez Sánchez, Berenice. Ortiz Sánchez, José Luis. Análisis de la agudeza visual con diferentes técnicas en pacientes ambliopes. UAA. 2003

11. López de Torres, Martha. López Villamil, Liliana. El filtro amarillo como tratamiento de la ambliopía. Revista franja visual. 2014; 2 (4) 22-26
12. Pupo Negreira, Esther Cecilia. Labrada Rodríguez, Yunia Herbania. Rehabilitación visual en niños ambliopes. Revista cubana de oftalmología. 2009; 22 (2) 34-42
13. Serrano Camacho, Juan Carlos., Gaviria Bravo, Martha Lia. Estrabismo y ambliopía, conceptos básicos para el médico de atención primaria. MedUNAB Agosto-Noviembre 2011; 14 (2) 108-120.
14. Vallese, Maria Cecilia. Revista evidencia actualización en la práctica ambulatoria. Rastreo de ambliopía en niños. Vol 7. Núm. 3. Mayo-junio 2004; 7 (3) 80-85.
15. Seco Rodríguez, Eva. Efectividad de la utilización de filtros de absorción selectiva en pacientes con baja visión. Trabajo fin de master. Universidad de valladolid. 2013.
16. Velázquez Sánchez, Berenice. Efecto de lentes positivas y prismas verticales en pacientes con trabajo prolongado en visión próxima. UAA. 2015
17. Vera, M. Tecnología óptica. Lentes oftálmicas, diseño y adaptación. Edicions UPC. 2001.
18. Castilla Serna, Luis. Manual práctico de estadística para las ciencias de la salud. Trillas. 2013
19. Gámiz Casarrubias, Beatriz. Guerra Trejo, Armando. IPN. 2010.
20. Capetillo Biart, Odalys. Triana Casado, Idalia. Frecuencia de la ambliopía en escolares. Revista cubana de pediatría. 2011; 83 (4) 372-381
21. Hernández Flores, Teresa. Agudeza visual, sensibilidad al contraste y estereopsis en ambliopías refractivas posterior al entrenamiento visual con filtro azul. UAA. 2016
22. Fowler, M. S., Mason, A. J. Yellow spectacles to improve vision in children with binocular amblyopia. 1991.
23. Zigman, S. Light filters to improve vision. Acad. Optom. 1992

24. Ramírez Rodríguez, Gabriela. Efecto de los filtros de colores en la sensibilidad al contraste y la estereopsis en las diferentes ametropías. Tesis maestría en ciencias biomédicas. UAA. 2013.



## ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título de la Investigación:** “EFECTOS EN AGUDEZA VISUAL Y SENSIBILIDAD AL CONTRASTE A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE PRISMAS VERTICALES Y FILTROS EN AMBLIOPÍA”

**Investigador:** René Fernández Rojo

**Tutor:** Sergio Ramirez Gonzalez

**Sede donde se realizará el estudio:** CLINICA DE MEDICINA FAMILIAR DEL ISSSTE EN CD. ALTAMIRANO GRO.

**Justificación del estudio:**

Una de las causas significativas de la baja de agudeza visual en la población menor a 45 años es la ambliopía. Las causas refractivas así como las estrábicas constituyen el 90 % de todas las ambliopías. La ambliopía es una alteración de la visión binocular que puede afectar el proceso de aprendizaje en los niños en etapa escolar y también puede afectar la actividad en el desempeño laboral de pacientes adultos. La terapia visual en la Ambliopía está diseñada para solucionar deficiencias como la acomodación y visión binocular, aplicando habilidades monoculares y binoculares. Se propone realizar terapias visuales con prisma vertical y filtros en los pacientes diagnosticados con ambliopía.

**Objetivo del estudio:**

A usted se le está invitando a participar en un estudio que tiene como objetivos evaluar el impacto de prismas verticales y filtros en la agudeza visual y sensibilidad al contraste en pacientes con ambliopía.



### **Beneficios del estudio:**

La información generada en este estudio permitirá conocer la eficacia de mejora en la agudeza visual y sensibilidad al contraste en pacientes con ambliopía utilizando prismas verticales y filtros y con ello se podrá resolver sus necesidades visuales.

### **PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO:**

Se tomara agudeza visual y sensibilidad al contraste sin lentes o graduación y con lentes o graduación utilizando prismas verticales y filtros (rojo, verde, azul, amarillo, gris y ambar) para conocer todos los posibles resultados.

### **RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO:**

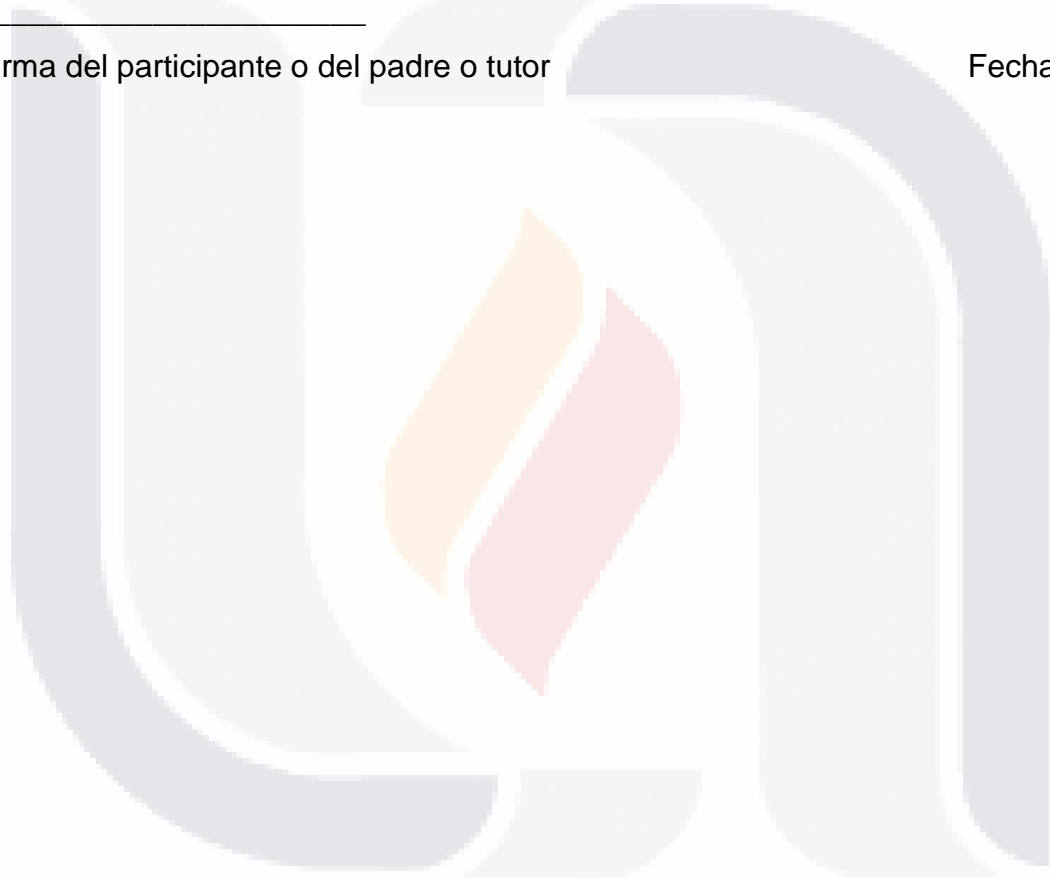
El estudio no conlleva ningún tipo de riesgo para los pacientes. Las evaluaciones que se realizaran son procedimientos no invasivos.

### **ACLARACIONES:**

Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria. No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación. Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, -aun cuando el investigador responsable no se lo solicite-, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad. No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio y no recibirá pago por su participación. En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable. La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el grupo de investigadores. Los resultados se pueden publicar con confidencialidad de datos personales (contando con su autorización para publicar). Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la carta de consentimiento informado que forma parte de este documento.

Yo, \_\_\_\_\_ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

_____	_____
Firma del participante o del padre o tutor	Fecha



Anexo 2. Historia Clínica

**HISTORIA CLÍNICA**

NOMBRE: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ GENERO: \_\_\_\_\_  
 DOMICILIO: \_\_\_\_\_ CEL: \_\_\_\_\_ EMAIL: \_\_\_\_\_

INTERROGATORIO:

QUEJA PRINCIPAL: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ANTECEDENTES DE SALUD GENERAL: \_\_\_\_\_  
 HISTORIA VISUAL: \_\_\_\_\_

RX ANTERIOR					AGUDEZA VISUAL S/Rx	
	ESF.	CIL.	EJE	AV	SNELLEN LEJOS	ESTENOP.
OD					OD	
OI					OI	
ADD		AV			AO	
TIPO DELENTE:						

SENSIBILIDAD AL CONTRASTE SIN RX	
OD:	
OI:	

Salud ocular, anexos oculares y observaciones

DIP: \_\_\_\_\_

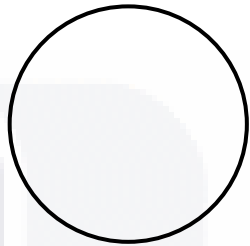
	OD	OI
Autorrefractometro		
Retinoscopia		
Subjetivo		
AV C/RX Lejos		
SC C/RX Lejos		
P.P.C.		
Amplitud		
Motilidad Ocular		

RX FINAL

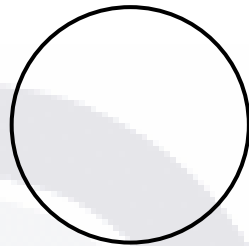
	Esf.	Cil.	Eje	ADD
OD				
OI				

Cover Test	S/Rx	C/Rx
6 mts		

OFTALMOSCOPIA



OD

OI

REFRACTIVO:	
PATOLOGICO:	

DIAGNÓSTICO:

RESULTADOS DE AV Y SC SIN RX UTILIZANDO FILTROS Y PRISMA VERTICAL EN PX DIAGNOSTICADOS CON AMBLIOPIA

	AV ojo ambliope lejos	SC ojo ambliope lejos
Filtro rojo		
Filtro verde		
Filtro azul		
Filtro amarillo		
Filtro gris		
Filtro ámbar		
Prisma		

RESULTADOS DE AV Y SC SIN RX UTILIZANDO FILTROS Y PRISMA VERTICAL EN PX DIAGNOSTICADOS CON AMBLIOPIA

	AV ojo ambliope lejos	SC ojo ambliope lejos
Filtro rojo		
Filtro verde		
Filtro azul		
Filtro amarillo		
Filtro gris		
Filtro ámbar		
Prisma		