



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES**

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

TESIS

**EFFECTO DE LOS FILTROS DE COLORES EN LA SENSIBILIDAD
AL CONTRASTE, LA VISIÓN AL COLOR Y LA ESTEREOPSIS EN
USUARIOS DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS ASOCIADOS AL
ESTADO REFRACTIVO**

PRESENTA

Yareni Monserrat Hernández Toledo

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

TUTOR

Dr. Sergio Ramírez González

Aguascalientes, Ags., junio del 2019

DR. JORGE PRIETO MACIAS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS
DE LA SALUD
P R E S E N T E

Por medio del presente como Tutor designado de la estudiante **YARENI MONSERRAT HERNÁNDEZ TOLEDO** con ID 128123 quien realizó la tesis titulada: **"EFECTO DE LOS FILTROS EN LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE, LA VISION AL COLOR Y LA ESTEREOPSIS EN USUARIOS DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS ASOCIADOS AL ESTADO REFRACTIVO"**, 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 14 de Junio de 2019



DR SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ

Tutor de tesis

DICTAMEN DE LIBERACIÓN DEL TESIS / TRABAJO PRÁCTICO

DATOS DEL ESTUDIANTE	
NOMBRE: YARENI MONSERRAT HERNÁNDEZ TOLEDO	ID: 128123
PROGRAMA: MAESTRIA EN REHABILITACIÓN VISUAL	ÁREA: OPTOMETRIA
TUTOR/TUTORES: DR. SERGIO RAMÍREZ GONZÁLEZ	
TESIS (X)	TRABAJO PRÁCTICO ()
DICTAMEN	
CUMPLE CON LOS CRÉDITOS ACADÉMICOS DEL PLAN DE ESTUDIOS:	(X)
CUMPLE CON EL FORMATO SEÑALADO EN EL MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO RECEPCIONAL EN LOS PROGRAMAS DE POSGRADO:	(X)
CUMPLE CON LA ESTRUCTURA SEÑALADA EN EL MANUAL DE TESIS/TRABAJO PRÁCTICO INSTITUCIONAL:	(X)
CUMPLE CON LOS LINEAMIENTOS PROPIOS DEL PROGRAMA (SI PROCEDE):	(X)
SE CUENTA CON LA CARTA DE SATISFACCIÓN DEL USUARIO (SI PROCEDE):	()
CUMPLE CON LA CARTA DE LIBERACIÓN DEL TUTOR/COMITÉ TUTORAL:	(X)

Aguascalientes, Ags. a **18** de **JUNIO**, de **2019**

FIRMAS

Elizabeth Casillas Casillas
MCO. ELIZABETH CASILLAS CASILLAS
CONSEJERO ACADÉMICO DEL ÁREA
(SI PROCEDE)

Elizabeth Casillas Casillas
MCO. ELIZABETH CASILLAS CASILLAS
SECRETARIO TÉCNICO DEL POSGRADO

TERR
DRA. MA. DEL CARMEN TERRONES SALDIVAR
SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN
Y POSGRADO

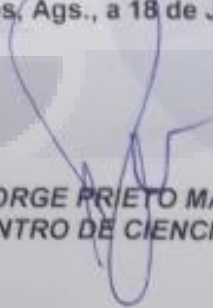
DRA. EN ADMÓN. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ SERNA
DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
P R E S E N T E

Estimada Dra. Martínez:

Por medio de este conducto informo que el documento final de Tesis Titulado:
**EFFECTO DE LOS FILTROS DE COLORES EN LA SENSIBILIDAD AL CONTRASTE,
LA VISIÓN AL COLOR Y LA ESTEREOPSIS EN USUARIOS DE DISPOSITIVOS
ELECTRÓNICOS ASOCIADOS AL ESTADO REFRACTIVO.**, presentado por la
sustentante **C. YARENI MONSERRAT HERNÁNDEZ TOLEDO** con ID **128123**,
egresada 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.

ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"
Aguascalientes, Ags., a 18 de Junio de 2019.


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

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater la Universidad Autónoma de Aguascalientes ya que ahí he conocido a personas maravillosas, que algunas de ellas me alentaron a estudiar la Maestría en Rehabilitación Visual como es el maestro Christian Márquez y las maestras Rebeca Carrillo, Rosario Jiménez y Dolores Velasco.

A todos mis maestros y compañeros de la Maestría en Rehabilitación Visual, principalmente a mi tutor al Dr. Sergio Ramírez González también a la MCO. Elizabeth Casillas Casillas, al Dr. Luis Fernando Barba Gallardo, al MCB. Luis Héctor Salas Hernández, al MCB. Héctor Esparza Leal y a la Mtra. Yolanda Ramírez Carballo que me apoyaron, enseñaron y orientaron durante este trayecto.

Al Centro de Estudios Benemérito de las Américas que se ubica en Iguala de la Independencia, Gro., especialmente al Mtro. Zaid Eduardo Lara Abarca y a la Mtra. Elizabeth Benítez Basave por abrir las puertas del Benemérito para ayudarme a culminar este trabajo de tesis de manera desinteresada.

A mis amigos por su apoyo incondicional, ya que siempre me motivaron a seguir adelante con la maestría.

Le agradezco infinitamente a Dios por las experiencias que tuve durante estos dos años y por qué con mi granito de arena podemos mejorar la optometría.

DEDICATORIAS

A Dios:

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres:

A mi padre Andrés Hernández y mi madre Elena Toledo por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan, su motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su grandioso amor. Además, todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

A mi familia:

A mis hermanos y sobrinos que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

A mis maestros:

Por atreverse a creer en mí, porque sin su ayuda esta meta en mi vida profesional no pudiese haberse completado. Por su tiempo y apoyo, así como los conocimientos que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	3
ACRÓNIMOS.....	4
RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 Justificación	12
1.2 Hipótesis	14
1.3 Objetivo general.....	14
1.4 Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	15
2.1 Agudeza visual.....	15
2.3 Sensibilidad al contraste	15
2.4 Visión al color.....	15
2.5 Estereopsis	16
2.6 Filtros de colores	17
2.7 Antecedentes	17
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	20
3.1 Tipo de estudio.....	20
3.2 Lugar de estudio.....	20
3.3 Población de estudio.....	20
3.4 Tamaño de la muestra.....	20
3.5 Tipo de muestreo.....	20
3.6 Criterios de inclusión.....	20
3.7 Criterios de exclusión.....	21
3.8 Variables de estudio	21
3.9 Materiales	21
3.10 Métodos y procedimientos.....	24

3.11 Análisis estadístico.....	25
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	26
DISCUSIÓN	31
CONCLUSIONES	34
GLOSARIO	35
REFERENCIAS CONSULTADAS.....	37
ANEXOS	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de Estado refractivo por sexo, 25% de cada condición.	26
Tabla 2. Agudeza visual con diferentes filtros de colores.	27
Tabla 3. Sensibilidad al contraste con diferentes filtros de colores.	28
Tabla 4. Estereopsis con diferentes filtros de colores.	29

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Estado refractivo por sexo.....	26
Gráfica 2. Distribución de la Agudeza visual con diferentes filtros de colores.....	27
Gráfica 3. Distribución de la Sensibilidad al contraste con diferentes filtros.....	28
Gráfica 4. . Distribución de la Estereopsis con diferentes filtros.....	29
Gráfica 5. Distribución de la Visión al color con diferentes filtros.	30

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Material utilizado en este estudio.	22
Imagen 2 Filtros oftálmicos de colores con AR.....	22
Imagen 3 Portada de la App Store VisionC.....	23
Imagen 4 Portada de la App Store StereoTAB.....	23
Imagen 5 Portada de la App Store ColorEyeExam.....	24

ACRÓNIMOS

Android	Sistema operativo para dispositivos móviles
ANOVA	Análisis de varianza
App	Aplicación informática
APP STORE	Aplicación informática de <i>Apple</i>
Apple	Nombre de una empresa de <i>hardware</i> y <i>software</i> de dispositivos electrónicos
AR	Anti-reflejante
AV	Agudeza visual
CR-39	Material orgánico para mica con un índice de refracción de 1.50
D	Dioptría
ENDUTH	Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la información de los Hogares
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
iOS	Sistema operativo de dispositivos móviles de <i>Apple</i>
IPAD	Dispositivo electrónico tipo <i>Tablet</i>
SPSS	Programa informático para el análisis estadístico
T de Student	Prueba de distribución de probabilidad

RESUMEN

Introducción: la tecnología va avanzando y los hábitos visuales cambian, por lo cual se debe conocer las posibles repercusiones de estos hábitos sobre el sistema visual y las soluciones en aplicación o en desarrollo para afrontar esta actual demanda visual. La sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis son tres habilidades donde podemos medir la calidad de la visión del ser humano en diferencia con la agudeza visual que solo mide la cantidad de visión. Los filtros de colores pueden mejorar la visión o aumentar la función visual de los ojos normales y con enfermedad, por esta razón se va a evaluar en usuarios de dispositivos electrónicos. **Objetivo:** determinar cambios en la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis con diferentes filtros de colores en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo. **Metodología:** este estudio se realizó durante enero-septiembre del 2018 tiene un enfoque cuantitativo de tipo observacional, analítico y comparativo. Los sujetos de estudios (12 a 18 años) son usuarios frecuentes de dispositivos electrónicos sin ninguna anomalía anatómica y funcional que afecten la visión. El muestreo es de tipo probabilístico por conglomerados, se considera el mismo número de pacientes por estado refractivo utilizando el método aleatorio, se evaluaron las habilidades visuales se utilizaron las tres aplicaciones informáticas: sensibilidad al contraste (*VisionC*), visión al color (*ColorEyeExam*) y estereopsis (*StereoTAB*) cada una de las pruebas se realizaron sin y con filtros oftálmicos entintados de color ámbar, azul, rosa y verde en tono II uniforme y sin graduación, además con tratamiento anti-reflejante básico. **Resultados:** se analizaron a 100 usuarios que utilizaban dispositivos electrónicos, presentaron una media de 15.1 años con una desviación estándar de ± 1.9 , el 45% del sexo masculino, 55% femenino; en cuanto a la distribución del Estado refractivo cada uno tenía el 25 %. En el análisis de varianza (ANOVA) se observa que con el filtro rosa y azul presentan una baja agudeza visual. **Conclusión:** se concluye que el uso del filtro ámbar y verde mejora la agudeza visual, la visión al color fue normal y la estereopsis con filtro ámbar y verde se mejora la estereoagudeza.

ABSTRACT

Introduction: technology is advancing, and visual habits change, so we must know the possible repercussions of these habits on the visual system and solutions in the application or development to meet this current demand. Contrast sensitivity, color vision and stereopsis are the three skills where we can measure the quality of human vision in the difference with visual acuity that only measures the amount of vision. Color filters can improve vision or increase the visual function of normal eyes and with disease, for this reason it is evaluated in the users of electronic devices. **Objective:** to determine changes in contrast sensitivity, color vision and stereopsis with different color filters in the users of electronic devices associated with the refractive state. **Methods:** this study was conducted during January-September of 2018 and has a quantitative approach of observational, analytical and comparative type. Study subjects (12 to 18 years old) are frequent users of electronic devices without any anatomical and functional anomalies that affect vision. The sampling is of probabilistic type by conglomerates, the same number of patients is considered by refractive state using the random method, were evaluated, the three computer applications were used: contrast sensitivity (VisionC), color vision (ColorEyeExam) and stereopsis (StereoTAB) each of the tests were performed without and with inked ophthalmic filters of amber, blue, pink and green in uniform tone II without graduation, in addition with basic anti-reflective treatment. **Results:** we analyzed 100 users who used electronic devices, presented an average of 15.1 years with a standard deviation of ± 1.9 , 45% male, 55% female; as for the distribution of the refractive state each one had 25%. In the analysis of variance (ANOVA) it is observed that with the pink and blue filter they present a low visual acuity. **Conclusion:** it is concluded that the use of the amber and green filter improves the visual acuity, the color vision was normal and the stereopsis with amber and green filter improves the stereoacuity.

INTRODUCCIÓN

Los datos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la información en los Hogares (ENDUTIH), realizado por la INEGI en 2018 mencionan que en México hay 74.3 millones de usuarios de internet de seis años o más, representan el 65.8 por ciento (65.8 %) de la población en ese rango de edad. El 51.5 % de los internautas son mujeres y el 48.5 % son hombres. Se observa un crecimiento de 4.2 puntos porcentuales respecto a lo reportado en 2017, cuando se registraron 71.3 millones de usuarios. Además, las tres actividades de los usuarios de Internet fueron: entretenimiento (90.5 %), comunicación (90.3 %) y obtención de información (86.9 %). ¹

Esto tiene relación con un comunicado de prensa que realizó el jefe del Servicio de oftalmología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI en el año 2017, menciona que a finales de la década de los 90's se comenzaron a notar los efectos del uso de las computadoras y dispositivos móviles en la visión de los mexicanos. A pesar de que es alarmante que a través de los años va aumentando considerablemente la cantidad de personas de todas las edades que utilizan el internet por esta razón en la actualidad los profesionales de la salud visual deben de estar a la vanguardia con los problemas visuales y alteraciones binoculares que se han incrementado exponencialmente, no solo por el uso de los dispositivos electrónicos como son los celulares, tabletas, computadoras portátiles, relojes inteligentes, pantallas y computadoras que requieren una mayor demanda visual y una menor distancia de visión sino por su excesivo, prolongado o inadecuado uso doméstico o de ocio fuera del ámbito laboral o educativo y afectando a todas las edades, incluso a nivel infantil.

En cuanto a la visión es la capacidad de interpretar el entorno gracias a los rayos de luz que alcanzan el ojo, dicho de otra manera, es la interrelación entre los ojos y el cerebro ya que permite comprender lo que se ve. A su vez el sistema visual tiene diferentes habilidades que se desarrollan desde el nacimiento para que tengas un funcionamiento eficaz, estas habilidades se pueden clasificar en calidad de visión, eficacia visual y procesamiento de la información. En este sentido el sistema visual proporciona información diversa y exhaustiva del entorno como es la luz y oscuridad, la intensidad luminosa (brillo), contraste (claro-

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

oscuro), imagen (reproducción de la forma), agudeza visual (resolución de la imagen), sentido espacial o de profundidad (percepción de relieve), percepción del movimiento o resolución de la imagen en el tiempo, reconocimiento y comparación de imágenes de acuerdo con experiencias previas, percepción cromática, discriminación de colores y contraste de color.² Además la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis son tres habilidades que nos dan mucha información acerca de la calidad de la visión del ser humano por lo regular son pruebas optométricas que no se realizan en la consulta ya que el material es costoso.

La sensibilidad al contraste nos da una idea completa de la función visual y puede ser de ayuda en los casos que la queja del paciente no concuerda con el resultado de la agudeza visual.³ El propósito de la evaluación de la visión al color o visión cromática se centra en detectar anomalías en la percepción de los colores y su discriminación detectando posibles patologías.⁴ La función de la estereopsis es concretar si la visión binocular está presente para valorar su calidad.⁵ Por otra parte la emetropía es el estado refractivo ideal del ojo en el que, con la acomodación relajada, el punto conjugado del infinito (punto remoto) se encuentra en la retina. Por lo tanto la ametropía (miopía, hipermetropía y astigmatismo) es aquella alteración en el poder del estado refractivo del ojo en la que, sin acomodar, el punto conjugado de la retina no coincide con el infinito.⁶

Con respecto a las aplicaciones informáticas dirigidas al área de la optometría y la oftalmología sirven de apoyo para realizar la valoración adecuada a cada paciente de una forma más rápida y económica para el profesional de la salud visual. Las tres apps empleadas para poder llevar a cabo este trabajo de tesis son del sistema operativo móvil de *Apple*. A continuación, se mencionarán las tres aplicaciones informáticas: La app *VisionC* se utiliza en este estudio porque está desarrollada para presentar optotipos de alto y bajo contraste a múltiples distancias, con esta aplicación ya no se necesita tener múltiples pruebas de sensibilidad al contraste en físico que además son costosas. La app *ColorEyeExam* se usa en este trabajo porque es la versión digital del test de Ishihara ya que también cuenta con 24 láminas donde algunas figuras son números y otras son caminos, que son útiles para la detección de alteraciones congénitas rojo/verde. La app *StereoTAB* permite medir la

estereopsis en lejos, cerca y distancias intermedias está basada en un test de puntos aleatorios además se necesitan lentes anáglifos rojo/verde.

En la práctica optométrica los filtros oftálmicos o de colores permiten la transmisión de luz en un lente y a que a la vez elimine la radiación dañina ya sea por medio de reflexión o absorción, en otras palabras sirven para mejorar la calidad visual y la protección ocular pero también pueden alterar la función visual como la sensibilidad al contraste (discriminar un objeto del fondo en el que se encuentra situado), visión al color (percibir los colores) y estereopsis (percibir la visión en 3D). ⁷

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los dispositivos electrónicos se están usando para muchas tareas cotidianas, tanto en el entorno laboral como en el ocio, porque sea convertido en la principal demanda visual en niños, jóvenes y adultos, llegando su uso, en algunos casos, a las 14 horas diarias.

Por tal efecto la tecnología va avanzando y los hábitos visuales cambian, por lo cual se debe conocer las posibles repercusiones de estos hábitos sobre el sistema visual y las soluciones en aplicación o en desarrollo para afrontar esta actual demanda visual. Para esto debemos tomar en cuenta que la visión humana se caracteriza por la medida de la agudeza visual, que se puede definir como el tamaño mínimo de una figura que un sujeto es capaz de reconocer o detectar, presentada en condiciones de alto contraste y mínima diferencia de luminancia, en una prueba extenso, de bordes bien definidos y en un campo uniforme. Esta información solamente determina unos límites de visión sin obtener información de lo que ocurre dentro de dichos límites. Su valor no es suficiente para conocer o caracterizar completamente la visión. Si lo fuera equivaldría a afirmar, erróneamente, que la visión puede ser independiente de las variaciones de contraste o luminosidad. La visión del ser humano no es independiente a estas variaciones, puesto que los detalles que se identifican (AV) en condiciones de alto contraste, pueden no ser identificados en condiciones de bajo contraste.⁴ En otras palabras la agudeza visual constituye una medida esencial, ya que proporciona una idea del estado funcional del ojo y es una de las prácticas más habituales en la exploración optométrica. Ofrece una evaluación cuantitativa del grado de visión central que tiene el paciente. Además es un dato fundamental para valorar la capacidad visual, pero muchos otros aspectos relacionados con la percepción visual tienen su importancia a la hora de realizar cualquier tarea de la vida cotidiana.

La sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis son tres habilidades que dan mucha información acerca de la calidad de la visión del ser humano, por lo regular son pruebas optométricas que se tenían que realizar de manera manual, pero en la actualidad ya existe la opción de medir estas habilidades por medio de las aplicaciones informáticas que se pueden encontrar en el sistema operativo Android y iOS y a un costo más accesible.

La sensibilidad de contraste proporciona información adicional sobre el mundo visual. Esto incluye información sobre la visibilidad de los objetos que varían en tamaño, contraste y orientación. Su medición evalúa la capacidad visual para discriminar pequeños detalles bajo diferentes condiciones de contraste del objeto, también es útil para evaluar los efectos de algunas patologías sobre la visión del paciente.

La percepción del color de un objeto depende no solamente del contenido espectral y la luminiscencia, sino también del ambiente circundante y el estado del sistema visual. Puede haber diferencias individuales en la percepción del color. Los mejores ejemplos incluyen defectos de visión de los colores congénitos y adquiridos. Además, la percepción del color cambia con la edad. Una breve revisión de las teorías y mecanismos en la visión del color es útil para entender las alteraciones naturales y las inducidas artificialmente en la percepción del color.

La estereopsis es la capacidad que se tiene para integrar las imágenes que se reciben a través de cada uno de los ojos, en una sola imagen debe estar en tres dimensiones, en relieve y con profundidad. Su función es permitir distinguir con alta precisión la tridimensionalidad de una escena visual a partir de dos imágenes ligeramente diferentes para cada una.

El principio de usar un filtro siempre es el mismo: modificar la distribución espectral de la radiación que llega al ojo, de forma adecuada para conseguir el efecto deseado. Si se busca una mejora en la calidad de la visión o el rendimiento visual, en general esta se obtiene eliminando las longitudes de onda son las responsables de los procesos de difusión y fluorescencia que tienen lugar principalmente en el cristalino y que aumentan con la edad. Además, contribuyen también de forma importante a la aberración cromática del ojo. No obstante, en cada aplicación concreta, la forma del espectro de transmitancia del filtro puede variar para adaptarse mejor a la finalidad requerida.

Con esta investigación se pretende identificar ¿Cuál es el efecto de los filtros de colores en el estado refractivo y precisar si algún filtro le brinda al paciente una mejoría en la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis al utilizar los dispositivos electrónicos?

1.1 Justificación

En la actualidad los ojos son nuestras ventanas al mundo. Ellos recogen información sobre la forma, tamaño, distancia, color y detalles de los sucesos que recorremos a lo largo de nuestras vidas. Los ojos (globos oculares) y sus estructuras reciben estímulos luminosos externos, los codifican y transmiten a través de la vía óptica al cerebro, lugar donde se produce el fenómeno maravilloso de la visión.

Por esta razón en la actualidad los licenciados en optometría deben de actualizarse ya que los problemas visuales y alteraciones binoculares se han incrementado exponencialmente, no solo por el uso de los dispositivos electrónicos como son los celulares inteligentes, tabletas, computadoras móviles, relojes inteligentes, pantallas y computadoras que requieren una mayor demanda visual y una menor distancia de visión sino por su excesivo, prolongado o inadecuado uso doméstico o de ocio fuera del ámbito laboral o educativo y afectando a todas las edades, incluso a nivel infantil.

Por eso se plantea la necesidad de abrir nuevas y fértiles vías de estudio que repercutan en beneficio de los pacientes, por ejemplo, utilizar las aplicaciones informáticas dirigidas al área optometría y oftalmología que sirven de apoyo para realizar la valoración adecuada a cada paciente de una forma más rápida y moderna para el profesional de la salud visual. A continuación se mencionaran las tres aplicaciones informáticas que se ocuparon en este trabajo de tesis: -*VisionC* (su función es discriminar un objeto (letras) del fondo en el que se encuentra situado) - *ColorEyeExam* (su función es percibir números o caminos en un fondo de colores) -*StereoTAB* (su función es percibir una imagen tridimensional).

Los filtros de colores se han sugerido para mejorar la visión o aumentar la función visual en ojos normales y con enfermedad, por esta razón al momento de elegir un filtro oftálmico no dependerá del gusto del paciente o del color del armazón, ya que existen factores como el nivel de iluminación ambiental, la sensibilidad al deslumbramiento, la clase de ametropía y el trabajo que desempeñe el paciente, son puntos claves para disminuir la fatiga visual y tener un mejor desempeño ocupacional.

Por esta razón es importante realizar un examen visual que incluyan las pruebas que evalúen la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis para así recomendar un filtro funcional para el paciente

Se tiene conocimiento de diversos estudios relacionados con el uso de filtros y su relación con determinadas patologías o deportes o ametropías o condiciones de limitación en la función visual en el área de visión baja que sin duda han contribuido a generar mayor conocimiento respecto a los mecanismos de ayuda que se le pueden proporcionar a los pacientes que requieren rehabilitación o mejora de sus capacidades visuales.

Sin embargo, casi no se ha encontrado información que muestre el comportamiento de las funciones de sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis con el uso de filtros específicos y su correlación con el estado refractivo en usuarios de dispositivos electrónicos.

1.2 Hipótesis

Se presentan cambios en la sensibilidad al contraste, estereopsis y visión al color con el uso de los filtros de colores—en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo.

1.3 Objetivo general

Determinar cambios en la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis con diferentes filtros de colores en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo.

1.4 Objetivos específicos

- Valorar la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis a usuarios de dispositivos electrónicos sin usar los filtros de colores.
- Valorar la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis a usuarios de dispositivos electrónicos con filtros de colores de manera alternada.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Agudeza visual

La agudeza visual es la capacidad de resolución espacial del sentido de la visión. Bajo este concepto se entiende la capacidad de percibir separadamente – a una cierta distancia – dos puntos brillantes situados uno al lado del otro.⁸ En otras palabras es la capacidad de nuestro sistema visual para discriminar e identificar nítidamente estímulos visuales o detalles de los objetos en buenas condiciones de iluminación.⁹

2.3 Sensibilidad al contraste

La sensibilidad al contraste se refiere a la habilidad del sistema visual para distinguir entre un objeto y el fondo. Según el modelo de canales de visión, las células de selección de contraste se utilizan para detectar diferencias entre partes claras y oscuras de un objeto y el fondo contra el que se encuentran.¹⁰ La visión borrosa o disminuida no es igual a la disminución en la sensibilidad al contraste, las personas que tienen dificultades para identificar las letras en la cartilla de agudeza visual presentan visión borrosa, pero esto no es igual a tener una baja sensibilidad al contraste.¹¹ La agudeza visual de 20/20 no es igual a una buena sensibilidad al contraste.¹²

2.4 Visión al color

La percepción del color de un objeto depende no solamente del contenido espectral y la luminiscencia, sino también del ambiente circundante y el estado del sistema visual. Puede haber diferencias individuales en la percepción del color. Los mejores ejemplos incluyen defectos de visión a los colores congénitos y adquiridos. Además, la percepción del color cambia con la edad.¹³ Una breve revisión de las teorías y mecanismos de la visión al color es útil para entender las alteraciones naturales y las inducidas artificialmente en la percepción del color.

La teoría tricromática fue propuesta por Thomas Young en 1812, y la mejoro Hermann Von Helmholtz medio siglo después y establece que la visión al color es el resultado de la acción de tres mecanismos receptores de los conos, con diferentes sensibilidades espectrales: El fotopigmento sensible a la longitud de onda corta alrededor de 440 nm; el fotopigmento sensible a la longitud de onda media, alrededor de 540 nm. A finales de 1980 se realizó un estudio utilizando técnicas electrofisiológicas y los resultados obtenidos fueron muy similares a los que se tuvieron cuando se estableció esta teoría.

La teoría de los procesos opuestos propuesta por Hering, parece contradecir la teoría tricromática y fue propuesta para poder explicar los fenómenos que no se podían explicar adecuadamente con la teoría tricromática. Un ejemplo son las post imágenes que aparecen cuando el ojo recibe un estímulo amarillo que al poco se elimina y queda la sensación de percibir un resto de esas imágenes en azul. Otro es el hecho, contrario a la intuición, que la mezcla aditiva de luces rojas y verdes de como resultado amarillo y no una especie de verde rojizo.

Hering propuso que amarillo frente a azul, y rojo frente a verde eran pares de señales opuestas. Esto servía, en cierto modo, para explicar por qué existen psicológicamente cuatro colores primarios: rojo, verde, amarillo y azul, y no solo tres. También propuso la existencia de una oposición blanco-negro, pero la versión de la oposición de un canal de luminancia se ha abandonado en las versiones más modernas de la teoría.

Actualmente, se acepta que la teoría tricromática y la de los procesos opuestos describen características esenciales de la visión humana en color y que esta segunda teoría describe las cualidades perceptuales de la visión en color que se derivan del procesamiento neurológico de las señales de los receptores en dos canales opuestos y solo un canal acromático.¹⁴

2.5 Estereopsis

La estereopsis se define como el umbral de discriminación de profundidad como el menor intervalo espacial en profundidad entre dos objetos que un observador es capaz de resolver.¹⁵

La agudeza visual estereoscópica es el umbral de discriminación binocular, la agudeza visual estereoscópica se puede definir también como la mínima disparidad binocular que da lugar a sensación de profundidad.¹⁵

2.6 Filtros de colores

El filtro de color modifica la distribución espectral de la radiación que llega al ojo, de forma adecuada para conseguir el efecto deseado. Si se busca una mejora en la calidad de la visión o el rendimiento visual, en general esta se obtiene eliminando las longitudes de onda son las responsables de los procesos de difusión y fluorescencia que tienen lugar principalmente en el cristalino y que aumentan con la edad. Además, contribuyen también de forma importante a la aberración cromática del ojo. No obstante, en cada aplicación concreta, la forma del espectro de transmitancia del filtro puede variar para adaptarse mejor a la finalidad requerida.¹⁶

2.7 Antecedentes

El uso de lentes con filtros permiten mejorar la estereopsis y la agudeza visual, por ello, en la investigación de Li RW y cols., analizaron a 10 jóvenes universitarios, de 20 a 25 años de edad, con agudeza visual con corrección óptica, con diferencia de agudeza visual de dos letras, la estereopsis de baja frecuencia se vio afectada mínimamente, incluso con una diferencia de agudeza visual de hasta ocho líneas en un gráfico LogMAR, pero la estereopsis puede llegar a alterarse o degradarse drásticamente cuando la diferencia de agudeza visual entre los dos ojos aumenta a LogMAR de 1.15, la sensibilidad al contraste se vio afectada.¹⁷

Los pacientes con uso de videojuegos de manera excesiva mantienen alteración visual, pero se tiene mejoras con el uso de lentes con filtros de color ámbar que han mejorado su calidad visual, resultados que han sido comparados con esta investigación que mejoraron su agudeza visual y estereopsis.¹⁸

En la investigación de Hammond BR se analizó el uso de lentes de color verdes, rojos, rosas y ámbar, estos últimos tienen la capacidad de mejorar la agudeza visual y la estereopsis, de hecho, se han utilizado para los francotiradores, debido a que los lentes tienen la capacidad de reducir el resplandor y mejora la cromática.¹⁹

El empleo de los filtros fotocromáticos ha demostrado tener una mejora en el rendimiento visual, a pesar de tener bajas condiciones de luz, pero la estereopsis se ha mejorado adecuadamente, de hecho, en los trabajos de oficina que llegan a tener bajos niveles de luz o usan de dispositivos computarizados, han tenido adecuados resultados con el uso de lentes con filtros, como se realizó en esta investigación.¹⁹

Ahmad A y cols., han empleado filtros de color amarillos en pacientes que han usado constantemente dispositivos electrónicos, mejorando la sensibilidad al contraste, teniendo mejora en la calidad visual a pesar de padecer retinopatía diabética, además, se aplicó la prueba de Wilcoxon Signed Rank que reveló tener mayor eficiencia en la calidad visual y mejora en la sensibilidad al contraste con un valor de $Z = -6.885$ y de $p < 0.001$, demostrando que el uso de filtros de color amarillos tiene adecuados resultados clínicos, la sensibilidad al contraste mejoró a pesar de tener retinitis pigmentosa, miopía patológica, glaucoma, cicatrización macular y retinopatía diabética.²⁰

Díez-Ajenjo MA y cols., analizaron la calidad óptica de los lentes con filtro naranja y con filtro amarillo, se identificó que la sensibilidad de contraste mejoró significativamente, teniendo mejor calidad visual, a pesar de tener malas condiciones de iluminación fotópica y mesópica, las diferencias fueron estadísticamente significativas a comparación de los pacientes que no usaron filtro, resultados que fueron similares a los obtenidos en esta investigación.²¹

Slica S y cols., emplearon filtros amarillos para mejorar la calidad de la visión, analizando a 27 individuos, en ellos, se analizó la sensibilidad al contraste utilizando la tabla de Pelli-Robson, bajo iluminación reducida, aplicando filtros de color amarillo, pero no se obtuvieron

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

resultados estadísticamente significativos, a comparación de los pacientes que no usaron filtros.²²

La sensibilidad al contraste con uso de lentes con filtros, permiten valorar a las personas que tienen una visión anómala del color, esto mejora clínicamente la calidad de la visión, además de tener agudeza visual mejorada a comparación de los pacientes que no se les aplicó un filtro.²³



CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

Observacional, analítico y comparativo.

3.2 Lugar de estudio

Iguala de la Independencia, Guerrero.

3.3 Población de estudio

Estudiantes de la Secundaria y Preparatoria del Centro de Estudios Benemérito de las Américas.

3.4 Tamaño de la muestra

En total fueron 100 alumnos usuarios de dispositivos electrónicos (25 con emetropía, 25 con miopía, 25 con hipermetropía y 25 con astigmatismo).

3.5 Tipo de muestreo

Probabilístico por conglomerados.

3.6 Criterios de inclusión

- Usuarios de dispositivos electrónicos
- Edad de 12 a 18 años
- Sexo indistinto
- Emetropía
- Ametropías corregidas
- Usuarios de lentes de contacto

- Cirugía refractiva

3.7 Criterios de exclusión

- Ambliopía
- Estrabismo
- Anisometropía
- Patología ocular que afecte la agudeza visual, sensibilidad al contraste, visión al color o estereopsis

3.8 Variables de estudio

Variables cuantitativas

- Sensibilidad al contraste (Medida escalar)
- Estereopsis (Medida escalar)
- Agudeza visual (Medida escalar)

Variables cualitativas

- Visión al color (Medida nominal)

3.9 Materiales

- Caja de prueba
- Armazón de prueba
- Retinoscopio
- Cartilla de agudeza visual
- Oclutor
- Ipad
- App Store *VisionC* (test de sensibilidad al contraste)
- App Store *ColorEyeExam* (test de visión al color)
- App Store *StereoTAB* (test de estereopsis)
- Armazón de acetato con filtro de color ámbar

- Armazón de acetato con filtro de color azul
- Armazón de acetato con filtro de color rosa
- Armazón de acetato con filtro de color verde
- Armazón de acetato con filtro de color rojo/verde
- Hojas de registro de datos



Imagen 1 Material utilizado en este estudio.



Imagen 2 Filtros oftálmicos de colores con AR.



Imagen 3 Portada de la App Store VisionC.

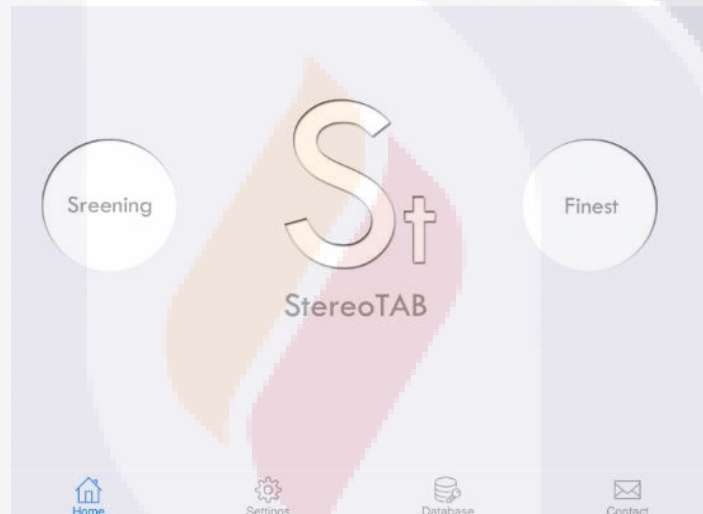


Imagen 4 Portada de la App Store StereoTAB.

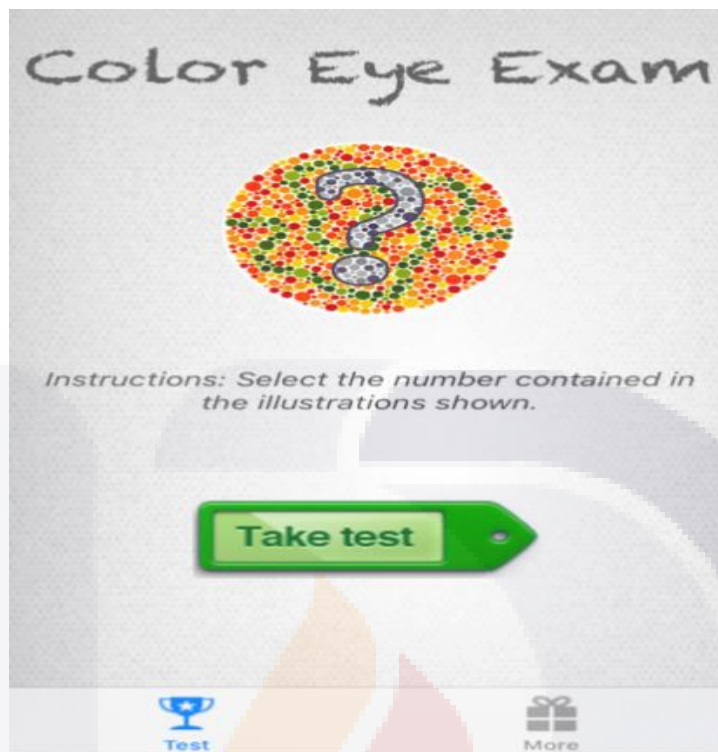


Imagen 5 Portada de la App Store ColorEyeExam.

3.10 Métodos y procedimientos

El presente estudio se realizó a partir del semestre enero - junio 2018 y terminó en el bimestre agosto-septiembre 2018.

Para iniciar la recolección de datos los sujetos de estudio firmaron la hoja de consentimiento informativo, además escribieron su nombre completo y edad en la hoja de registro de datos que se les proporciono.

La evaluación del estado refractivo se determinó con la retinoscopía objetiva y la agudeza visual con la cartilla de Snellen. Posteriormente se evaluaron las habilidades visuales (sensibilidad al contraste con la App Store *VisionC*, visión al color con la App Store *ColorEyeExam* y estereopsis con la App Store *StereoTAB*) cada una de las pruebas se

realizaron sin y con filtros oftálmicos del material CR-39 entintados de color ámbar, azul, rosa y verde en tono II uniforme y sin graduación, además con tratamiento anti-reflejante básico de laboratorio Carl Zeiss. Las pruebas se realizaron a una distancia de 40 cm entre el alumno y el Ipad.

3.11 Análisis estadístico

En el análisis de datos se realizó con el programa estadístico informático llamado SPSS. Se obtuvieron las medidas de tendencia central (promedio), medidas de dispersión (desviación estándar).

Para el análisis entre variables cualitativas se utilizó la prueba chi-cuadrada y para variables cuantitativas la prueba *t de Student*.

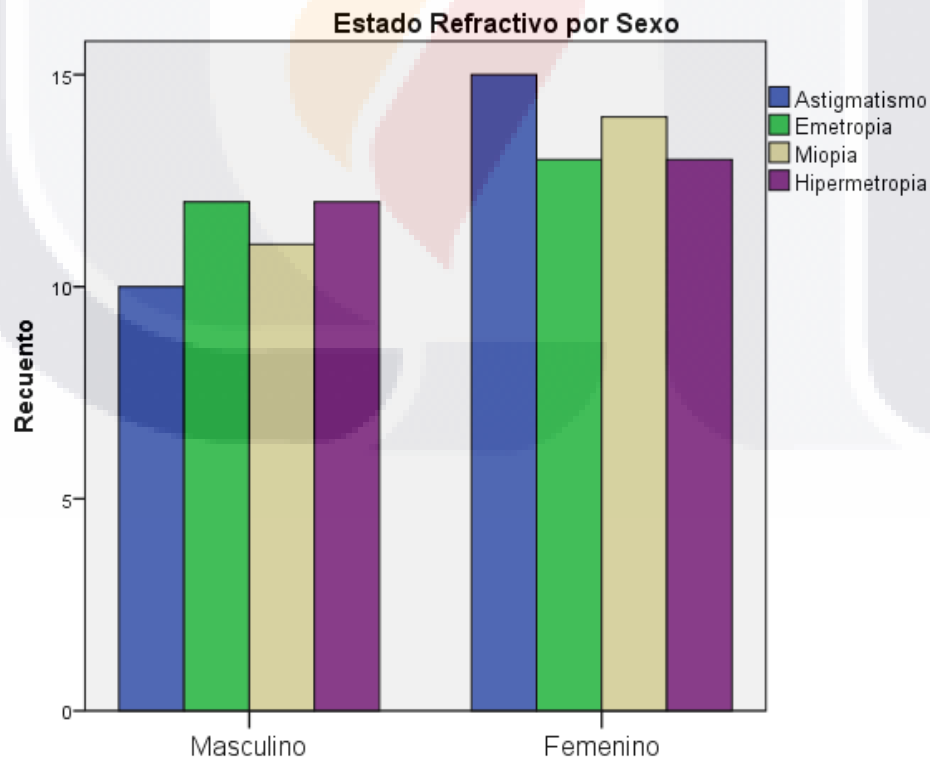
CAPÍTULO 4. RESULTADOS

▪ Estado refractivo y sexo

La población de estudio presento una media de edad de 15.1 años con una desviación estándar de ± 1.9 , el 55% del sexo femenino y el 45% masculino, en cuanto a la distribución del estado refractivo se muestra en la tabla 1 y gráfica 1.

		Estado refractivo				Total
		Astigmatismo	Emetropía	Miopía	Hipermetropía	
Sexo	Masculino	10	12	11	12	45
	Femenino	15	13	14	13	55
Total		25	25	25	25	100

Tabla 1. Distribución de Estado refractivo por sexo, 25% de cada condición.



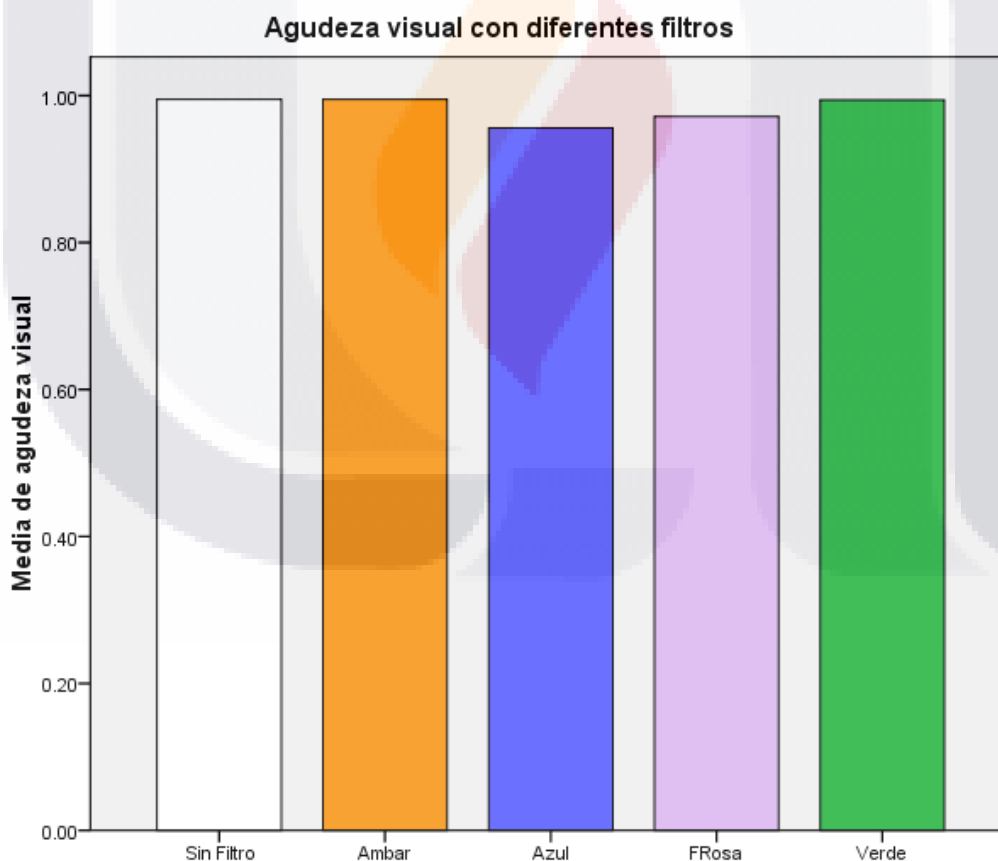
Gráfica 1. Estado refractivo por sexo.

▪ Agudeza visual

La agudeza visual sin filtro y con los diferentes filtros presentaron los siguientes valores (tabla 2). En un análisis de varianza (ANOVA) se observa que con el filtro rosa y azul presentan una baja en la agudeza visual con estos filtros oftálmicos.

	Media de agudeza visual	Desviación estándar	Significancia
Sin Filtro	.99	.050	.396
Filtro Ámbar	.99	.050	.396
Filtro Azul	.95	.123	.309
Filtro Rosa	.97	.091	.015
Filtro Verde	.99	.060	.396

Tabla 2. Agudeza visual con diferentes filtros de colores.



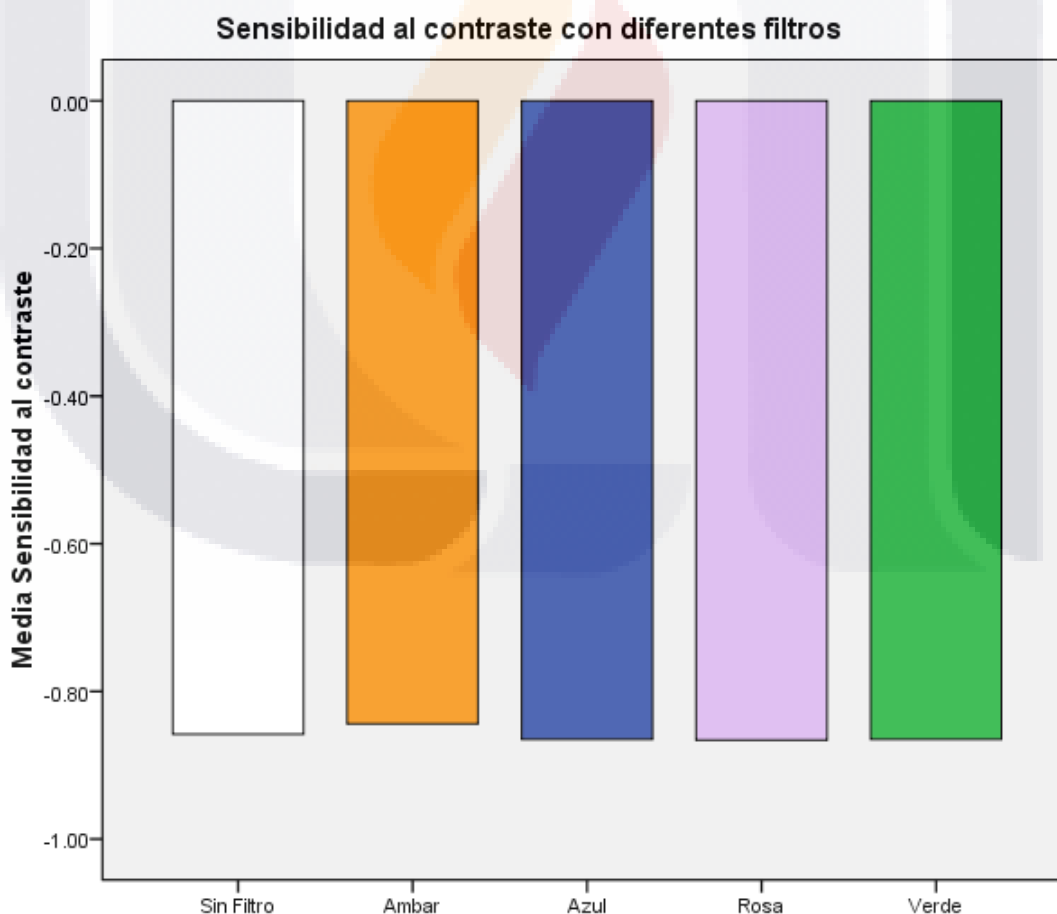
Gráfica 2. Distribución de la Agudeza visual con diferentes filtros de colores.

▪ Sensibilidad al contraste

En la sensibilidad al contraste la media de la variabilidad es muy semejante, pero el filtro rosa presenta una mayor sensibilidad al contraste de manera estadísticamente significativa, el filtro ámbar fue el que presento la menor sensibilidad al contraste (tabla 3 y gráfica 3).

	Media	Desviación Estándar	Significancia
Sin Filtro	-.8580	.22526	.113
Filtro Ámbar	-.8440	.24713	.201
Filtro Azul	-.8650	.24011	.320
Filtro Rosa	-.8660	.23878	.045
Filtro Verde	-.8650	.23926	.190

Tabla 3. Sensibilidad al contraste con diferentes filtros de colores.



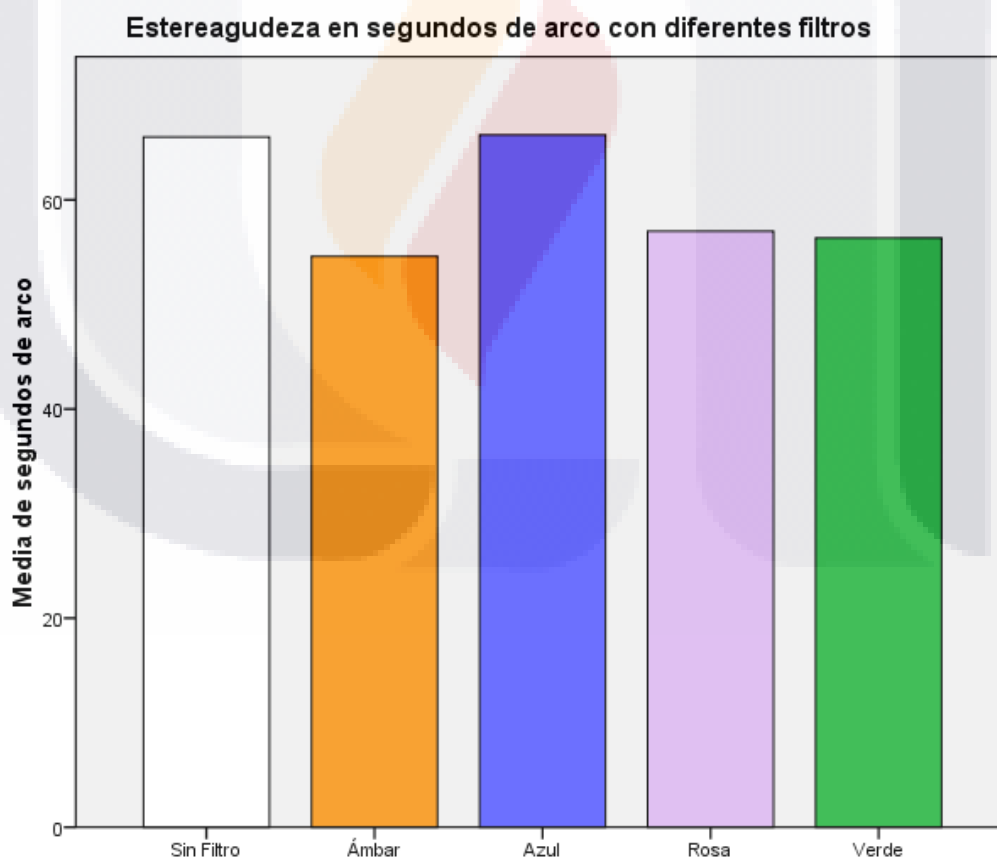
Gráfica 3. Distribución de la Sensibilidad al contraste con diferentes filtros.

▪ Estereopsis

En la estereopsis el efecto de los diferentes filtros los colores ámbar y verde mejoran la estereoaudeza, el color rosa presenta una mayor variabilidad, así como también el verde, se obtuvo la significancia con un análisis de varianza. Los valores se presentan en la tabla y gráfica 4.

	Media	Desv. Estándar.	Mínimo	Máximo	Significancia
Sin Filtro	66.00	16.636	40	140	.313
Filtro Ámbar	54.60	19.510	40	140	.021
Filtro Azul	66.20	15.425	40	140	.322
Filtro Rosa	57.00	26.686	30	200	.102
Filtro Verde	56.35	26.816	25	200	.036

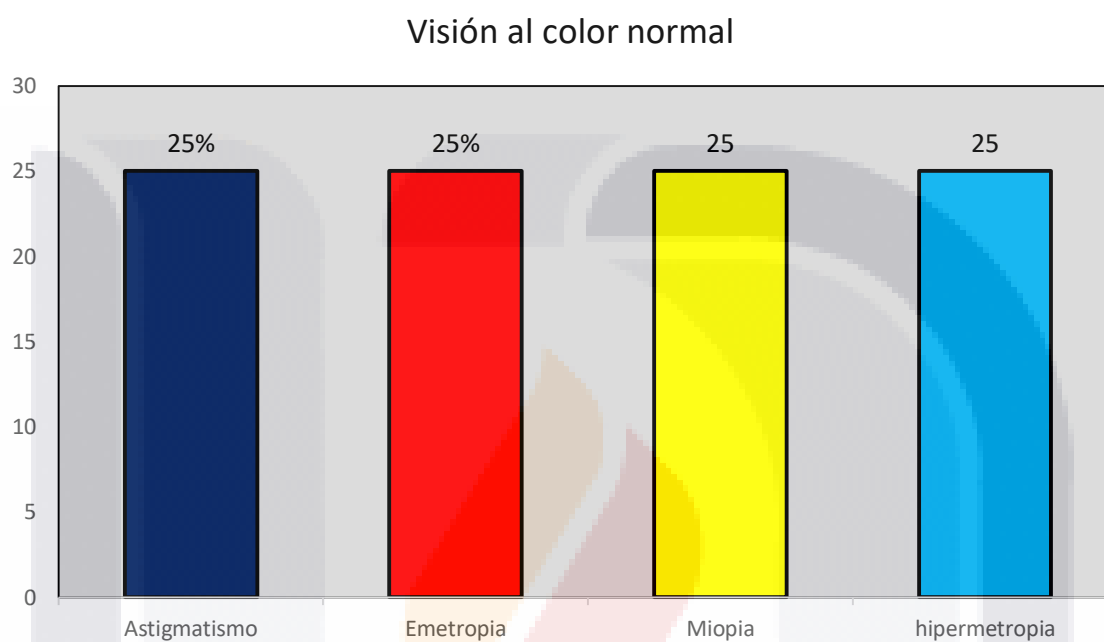
Tabla 4. Estereopsis con diferentes filtros de colores.



Gráfica 4. . Distribución de la Estereopsis con diferentes filtros.

▪ Visión al color

En el análisis de la visión de color de los estudiantes, el 100% pudo valorar adecuadamente los colores, teniendo una visión al color normal. No se tuvo diferencia estadísticamente significativa, al tener resultados iguales con respecto al estado refractivo. (Gráfica 14)



Gráfica 5. Distribución de la Visión al color con diferentes filtros.

DISCUSIÓN

Grosvenor Theodore y cols., analizaron el efecto de los filtros de colores, que han tenido mejora clínica en la sensibilidad al contraste y la estereopsis en pacientes con hipermetropía y astigmatismo, principalmente en población joven, resultados que fueron similares a los obtenidos en esta investigación al tener población joven con una edad promedio de 15.1+-1.9 años, el sexo más afectado fue el femenino con el 55% y en el 45% el sexo masculino, el 25% padeció astigmatismo, emetropía, miopía e hipermetropía cada uno respectivamente, sin tener diferencias estadísticamente significativas, pero todos tenían uso constante de dispositivos electrónicos (teléfono celular, computadora o tablet).¹⁰ En la investigación de Brown B y cols., analizaron la agudeza visual en sujetos de 14 a 74 años, se identificó que el uso de lentes con filtro y tratamientos optométricos tempranos, mejoran significativamente su visión, por ello, al comparar con los resultados de la investigación se identificó que la agudeza visual con uso de lentes sin filtro no demostró tener cambios sustanciales, similar al filtro ámbar, azul y verde, pero los usuarios con lentes que emplearon filtro rosa se tuvo diferencia estadísticamente significativa ($p=0.015$), se caracterizaron todos los pacientes por tener una agudeza visual superior al 0.95, pero la mejora fue superior en aquellos con lentes de filtro rosa.¹¹ Ahmad A y cols., han empleado filtros de color amarillos en pacientes que han usado constantemente dispositivos electrónicos, mejorando la sensibilidad al contraste, teniendo mejora en la calidad visual a pesar de padecer retinopatía diabética, además, se aplicó la prueba de Wilcoxon Signed Rank que reveló tener mayor eficiencia en la calidad visual y mejora en la sensibilidad al contraste con un valor de $Z=-6.885$ y de $p < 0.001$, demostrando que el uso de filtros de color amarillo tiene adecuados resultados clínicos, la sensibilidad al contraste mejoró a pesar de tener retinitis pigmentosa, miopía patológica, glaucoma, cicatrización macular y retinopatía diabética, resultados contrarios a los obtenidos en la investigación al analizar usuarios con uso constante de dispositivos electrónicos que tuvieron sensibilidad al contraste promedio de -0.8580, pero el uso de filtro de color rosa demostró tener diferencia estadísticamente significativa ($p=0.045$) a comparación del resto de filtros.²⁰

El uso de lentes con filtros de colores han demostrado ser útiles para mejorar la estereopsis y la agudeza visual, por ello, en la investigación de Li RW y cols., analizaron 10 jóvenes universitarios, de 20 a 25 años de edad, con agudeza visual corregida normal, se les colocó lentes con filtros, estos mejoraron la agudeza visual de dos letras, la estereopsis de baja frecuencia se vio afectada mínimamente, incluso con una diferencia de agudeza de hasta ocho líneas en un gráfico LogMAR, se llega a tener alteración drástica cuando la diferencia de agudeza visual disminuye a LogMAR de 1.15, resultados que son similares a los obtenidos en esta investigación al valorar identificar que la estereopsis mejoró con el empleo de lentes con filtros color ámbar ($p=0.021$) y verde ($p=0.036$), la diferencia fue estadísticamente significativa a comparación del resto de colores, al ser sometidos a análisis de varianza.²⁴ En la valoración de la visión de los estudiantes se identificó que el 100% tuvo la capacidad de apreciar los colores adecuadamente, con y sin lentes con filtros de colores, no hubo variabilidad, contrario a lo reportado en la investigación de Levi DM y cols., que analizaron la agudeza visual y la estereopsis teniendo resultados positivos con el uso de filtros de color ámbar y verde, mejorando la visión al color, sin embargo, en los pacientes con alteración en el desarrollo psicomotor, la estereopsis se estuvo más afectada.²⁵ En la investigación de Westheimer G, reportó que la estereopsis se modifica con el uso de lentes que empleen filtros, las mejoras radican en las afección ocular de cada paciente, pero las modificaciones que se presentan en la geometría ocular desencadenan deterioro de la agudeza visual, por ello, al valorar los resultados de esta investigación se observó variabilidad significativa al tener un valor promedio con filtro ámbar 54.6 y sin filtro de 66, al comparar con la prueba estadística de ANOVA se determinó que el filtro ámbar y filtro verde tuvieron diferencias estadísticamente significativas.²⁶ Vedamurthy I y cols., reportaron que la ambliopía es un efecto a largo plazo, en el que se tiene alteración de la agudeza visual y la estereopsis es la variable más afectada por el uso excesivo de video juegos, pero con el uso de lentes con filtros se tuvo mejora clínica a pesar de padecer estrabismo, al comparar con los resultados de esta investigación se reportó que el uso de filtros color verde y ámbar tuvieron mejores resultados en pacientes con astigmatismo, emetropía, miopía e hipermetropía.²⁷ En la investigación de Hammond BR se analizó el uso de lentes de color verdes, rojos, rosas y ámbar, se reportó que el uso mejoró la agudeza visual y la estereopsis, de hecho, se han utilizado en el uso de armas, para mejorar la visión, reducir el resplandor y mejorar la

cromática, este fue uno de los motivos para analizar el uso de lentes con filtro de colores.¹⁹ Los filtros de colores han demostrado mejorar el rendimiento visual, estos han permitido mejorar la agudeza visual, tienen la capacidad de absorber los destellos o iluminación, mejorando la calidad de visibilidad, pero el tener bajas condiciones de iluminación han demostrado mejora en la estereopsis, por lo que se recomiendan en lugares de trabajo con bajos niveles de luz o uso de dispositivos computarizados.²⁸ Los pacientes con miopía han demostrado tener mejora significativa con el uso de lentes con filtros de color amarillo, pero al comparar con otros filtros de color no se tuvieron diferencias significativas, contrario a lo reportado en esta investigación al tener mejora con el uso de filtro de color verde, ámbar y rosa. Al valorar la sensibilidad al contraste y la visión del color en los pacientes que han empleado lentes con filtro, se identificó mejora en cincuenta y seis ojos de pacientes con cataratas que tenían un implante bilateral, hubo mejora significativa en la agudeza visual, en la sensibilidad al contraste y en la estereopsis, esto permite demostrar que el uso adecuado de lentes con filtro principalmente de color amarillo o ámbar tiene mejores resultados clínicos, resultados similares a los obtenidos en esta investigación con el uso de filtro ámbar.²⁹ Díez-Ajenjo MA y cols., analizaron la calidad óptica de los lentes con filtro naranja y con filtro amarillo, se identificó que la sensibilidad de contraste mejoró significativamente, teniendo mejor agudeza visual, a pesar de tener malas condiciones de iluminación fotópica y mesópica, las diferencias fueron estadísticamente significativas a comparación de los pacientes que no usaron filtro, resultados similares a los obtenidos en esta investigación al emplear filtro ámbar, verde y rosa para mejorar la agudeza visual y estereopsis.²¹ Slica S y cols., emplearon filtros de color amarillo para mejorar la calidad de la visión, analizando a 27 individuos, en ellos, se analizó la sensibilidad al contraste utilizando la tabla de Pelli-Robson, bajo iluminación reducida, aplicando filtros de color amarillo, pero no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, a comparación de los pacientes que no usaron filtros, de hecho, en esta investigación los lentes sin filtro no tuvieron cambios significativos en la agudeza visual, estereopsis o sensibilidad al contraste.²² Chen Z y cols., analizaron el uso de filtros para reducir la estereopsis, además, se mejoró la agudeza visual en 22 pacientes jóvenes, caracterizados por tener ambliopía, pero con los filtros se tuvo mejora en la sensibilidad al contraste, resultados que contribuyen a los resultados de esta investigación, por tener mejora con el uso de lentes con filtro.^{30,31}

CONCLUSIONES

Los sujetos que padecieron astigmatismo, emetropía, miopía e hipermetropía tuvieron diferencia estadísticamente significativa al valorar la agudeza visual y sensibilidad al contraste con el uso de lentes con filtro rosa. La mayor proporción de pacientes jóvenes tuvieron en promedio 14 años, los cuales tuvieron mayor frecuencia de astigmatismo.

El sexo femenino tuvo mayor afección por astigmatismo a comparación del sexo masculino que presentó más casos de emetropía e hipermetropía.

La sensibilidad al contraste en los sujetos con uso constante de dispositivos electrónicos tuvo mejoría con el uso de lentes con filtro ámbar y verde, aunque la variabilidad fue mínima se tuvieron diferencias significativas con estos filtros.

La visión de color fue adecuada en el 100% de los casos, independiente del tipo de alteración del estado refractivo, con y sin lentes con filtros de colores.

GLOSARIO

Agudeza visual: Capacidad de percibir un objeto de un tamaño determinado a una distancia determinada (resolución espacial del sistema visual).

Ambliopía: Condición en la cual existe deficiencia visual en un ojo o ambos ojos que se produce como consecuencia de un trastorno del desarrollo visual, a pesar, de no existir alteraciones anatómicas de la retina ni del nervio óptico, y que persiste incluso con la corrección óptica.

Ametropía: Estado refractivo anormal mejor conocido como anomalía refractiva o error refractivo del ojo que impide que las imágenes se enfoquen correctamente sobre la retina provocando una mala visión sin lentes.

Anisometropía: Condición donde existe una diferencia significativa de 2 dioptrías o más de un estado refractivo de un ojo y otro.

Anti-reflejante: Es un tratamiento que se le coloca a la lente oftálmica para disminuir los reflejos que produce la luz natural o artificial pueden generar incomodidad y dificultar la visión.

Astigmatismo: Ametropía que produce visión borrosa de cerca como de lejos por que el sistema óptico del ojo no es capaz de formar una imagen puntual a partir de un punto objeto, esto es debido a que la potencia del sistema óptico varía de un meridiano a otro.

Dioptría: Unidad de refracción de una lente oftálmica, es decir, es el valor de la refracción del ojo. Corresponde al inverso de la distancia focal (en metros) de la lente que se utiliza para compensar un error refractivo.

Dispositivo electrónico: Son los diversos componentes que se utilizan en los circuitos electrónicos, por ejemplo: celulares, computadoras de escritorio y móviles, pantallas, televisiones.

Emetropía: Estado refractivo normal de los ojos (sin necesidad de lentes). Un ojo emétrope tiene la acomodación relajada para que la imagen enfoque sobre la retina.

Estado refractivo ocular: Condición del ojo determinada por la manera en la que la luz atraviesa sus medios refringentes: córnea, cristalino, humor acuoso y humor vítreo hasta enfocar en la retina, en toda su extensión. Los estados refractivos del ojo son la emetropía y ametropía.

Estereopsis: Capacidad de usar los ojos simultáneamente para apreciar el espacio tridimensional, lo cual permite ver en profundidad y juzgar la distancia.

Estrabismo: Desalineación ocular, ya se deba a anomalías en la visión binocular o a anomalías en el control neuromuscular de la motilidad ocular.

Filtros de colores: Que permiten la transmisión de la luz en un lente oftálmico y a la vez elimina la radiación dañina, ya sea por medio de reflexión o absorción.

Hipermetropía: Ametropía que produce visión borrosa de cerca ya que las imágenes de los objetos cercanos se enfocan después de la retina.

Miopía: Ametropía que produce visión borrosa de lejos ya que las imágenes de los objetos lejanos se enfocan antes de la retina.

Refracción Objetiva: Se obtiene sin precisar información o respuesta por parte del paciente interpretando la luz reflejada en su retina al iluminarlo con el retinoscopio.

Retinoscopio: Dispositivo sencillo que combina un sistema de iluminación con un sistema de observación, ambos sobre el mismo eje. De esta manera se proyecta un haz de luz (franja o punto) sobre el fondo del ojo.

Sensibilidad al contraste: Capacidad que tiene el sistema visual para discriminar un objeto del fondo en el que se encuentra situado.

Visión al color: Capacidad sensorial de la visión que proporciona una apreciación de diferencias en la composición de las longitudes de onda de la luz que estimula la retina.

REFERENCIAS CONSULTADAS

1. INEGI, SCT e IFT. (2018). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la información en los Hogares. México. Disponible: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/ENDU_TIH_2018.pdf
2. Urtubia Vicario César. (1999). Neurobiología de la visión. Madrid, España. Ediciones UPC. 2 da. edición.
3. Duran de la Colina Juan A. (1998). Complicaciones de las lentes de contacto. Leioa, España. Tecnimedia editorial. 1 ra. edición.
4. Martín Herranz Raúl y Vecilla Antolínez Gerardo. (2011). Manual de optometría. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana. 1 ra. edición.
5. Pastor Pons Iñaki. (2019). Terapia manual en el sistema oculomotor: Técnicas avanzadas para la cefalea y los trastornos del equilibrio. Barcelona, España. Elsevier. 2 da. edición.
6. Furlan W., García Monreal J. y Muñoz Escrivá L. (2009). Fundamentos de optometría: Refracción ocular. Valencia, España. Universidad de Valencia. 2 da. edición.
7. Spafford CS, Grosser GS, Donatelle JR. (1995). Contrast sensitivity differences between proficient and readers using colored lenses. Journal of learning Disabilities.
8. Tews Gerhard, Mutschler. (1983). Ernst. Anatomía, fisiología y patologías del hombre. España. Editorial Reverte. 1 ra. edición.
9. Kanski Jack. (2004). Oftalmología clínica. Barceló, España. Elsevier. 5 ta edición.
10. Grosvenor Theodore. (2007). Primary Care Optometry. Pennsylvania, USA. Butterworth-Heinemann. Fifth edition.
11. Brown B, Lovie-Kitchin JE. Reply: High and low contrast acuity and clinical contrast sensitivity tested in a normal population.
12. Buren J, Terzi E, Bach M. Measuring contrast sensitivity under different lighting conditions: comparison of three test. Optom Vis Sci 2006; 83: 290-98.
13. Kupperts, Harald. (2003). Fundamentos de la teoría de los colores. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili. 3 ra. edición.
14. Fez MD. Enhancement of contrast sensitivity and losses of chromatic discrimination with tinted lenses. Optom Vis Sci 2002 Sep; 79(9):590-7.

15. Greene HA, Madded DJ. Adult age differences in visual acuity, stereopsis, and contrast sensitivity. *Am J Optom Physiol Opt* 1987.
16. Dickson Christine. (1998). *Low vision principles and practice*. Londres, Inglaterra. Butterworth Heinemann.
17. Hernández Emiliano y Marcos Lourdes. (2013). *Fundamentos de oftalmología, para grados biosanitarios en: enfermería, óptica y optometría*. España. Ediciones Universitarias. 1 ra. edición.
18. Reddy et al. (2013) Computer vision syndrome: a study of knowledge and practices in university students. *Nepal Journal of Ophthalmology*. 5:161-168.
19. Hammond BR. *The Visual Effects of Intraocular Colored Filters*. Hindawi Publishing Corporation. 2012;1(1):1-18.
20. Ahmad A, Sughra U, Kashif Habib M, Imran M. Contrast Sensitivity Improvement with Yellow Filter in Low Vision Patients. *Isra Medical Journal*. 2017;9(6):402-405.
21. Díez-Ajenjo MA, García-Domene MC, Peris-Martínez C, Artigas JM, Felipe A. Effect of the color of the intraocular lens on optical and visual quality. *IJO*. 2014;62(1):1064-1068.
22. Slica S, Ikaunieks G, Rinkus D. Effect of yellow filters on the vision. 2010;1(3):37-43.
23. American Academy of Ophthalmology. (2013). *Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. Madrid, Spain. Elsevier. Fifth edition.
24. Li RW, So K, Wu TH, Craven AP, Tran TT, Gustafson KM, Levi DM. 2016 Monocular blur alters the tuning characteristics of stereopsis for spatial frequency and size. *R. Soc. Open Sci*. 2016;1(1):1-11.
25. Levi DM, Knill DC, Bavelier D. Stereopsis and amblyopia: A mini-review. *Vision Research*. 2015;114(2):17–30.
26. Westheimer G. Clinical evaluation of stereopsis. *Vision Research*. 2013;90(2):38–42.
27. Vedamurthy I, Nahum M, Bavelier D, Levi DM. Mechanisms of recovery of visual function in adult amblyopia through a tailored action video game. 2015;1(19:1-7).
28. Oliviera HM, Ranhel J. Simulation of color blindness and a proposal for using google glass as colorcorrecting tool. 2015;1(1):1-5.

29. Muñoz G, Belda-Salmer L, Albarrán-Diego C, Ferrer-Blasco T, Fernández-Porrero A. Contrast sensitivity and color perception with orange and yellow intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol* 2012; 22 (5): 769-775.
30. Chen Z, Li J, Thompson B, et al. The effect of Bangerter filters on binocular function in observers with amblyopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2015; 56:139–149.
31. Hartle B, Wilcox LM. Depth magnitude from stereopsis: Assessment techniques and the role of experience. *Vision Research*. 2016;125(1):64–75.
32. Samu K, Wenzel K, Ladunga K. Colour and luminance contrast sensitivity function of people with anomalous colour vision. *Jun*. 2002;1(1):1-5.
33. Gadia D, Garipoli G, Bonanomi C, Albani L, Rizzi A. Assessing stereo blindness and stereo acuity on digital displays. *Displays*. 2014;35(1):206–212.
34. Khurana A.K. (2003). *Ophthalmology*. London, England. New Age International Publishers. Third edition.
35. American Academy of Ophthalmology. (2009). *Oftalmología básica para estudiantes de Medicina y residentes de Atención primaria*. Barcelona, España. Elsevier. 5 a. edición.
36. Monte Mico Robert. (2011). *Optometría: Principios básicos y aplicación clínica*. Madrid, España. Elsevier. 1 ra. Edición.
37. Pujol Juame. (2002). *Tecnología del color*. Valencia, España. Universidad de Valencia. 1 ra. edición.

ANEXOS

ANEXO A. HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

ANEXO B. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



ANEXO A

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha: ____ / ____ / ____

Nombre del estudio:

Efecto de los filtros de colores en la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis en usuarios de dispositivos electrónicos asociados al estado refractivo.

Investigador: L.O. Yareni Monserrat Hernández Toledo

Estimado participante:

Usted ha sido seleccionado como candidato para participar en este estudio cuyo propósito es conocer si los filtros de colores (ámbar, verde, rosa y azul) tienen efecto en la sensibilidad al contraste, visión al color y estereopsis en usuarios de dispositivos electrónicos.

Si usted desea participar, debe saber que no se realizara ningún procedimiento que ponga en riesgo su integridad física y está de acuerdo en concedernos el tiempo necesario para realizar la evaluación. La información se recabara durante el tiempo de evaluación de una sola sesión, Es importante aclarar que usted no recibirá ningún beneficio económico por participar en este estudio.

Su participación es voluntaria y puede negarse a proporcionar cualquier información personal en cualquier fase del estudio. Si la información de este estudio es publicada se escribirá de manera que sea imposible identificarlo personalmente.

Firma del consentimiento

Yo he leído la información y voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el estudio y autorizo al investigador a utilizar la información con fines de investigación.

Nombre completo y firma del participante

ANEXO B

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fecha: / / 2019

Nombre: _____

Edad: _____ Sexo: _____

Estado refractivo: _____

	Agudeza visual (Decimal)					Sensibilidad al contraste (Log)				
	Sin F	Am	Az	Ax	Ver	Sin F	Am	Az	Ax	Ver
AO										
	Estereopsis (Segundos de arco)					Vision al color (Normal o anormal)				
	Sin F	Am	Az	Ax	Ver	Sin F	Am	Az	Ax	Ver
AO										

Sin F = Sin filtro
Am = Filtro Ámbar
Az = Filtro Azul
Ax = Filtro Rosa
Ver = Filtro Verde