

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA DEL ECUADOR**



**FACULTAD SALUD Y CULTURA FÍSICA  
CARRERA DE OPTOMETRÍA  
SEDE QUITO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
OPTÓMETRA.**

**TEMA: "INCIDENCIA DE ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN CROMÁTICA  
EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA CESAR BORJA. PARROQUIA AMBUQUI.  
ECUADOR 2019.**

**AUTOR:**

**IRMA LISBETH PADILLA VIVEROS**

**ASESOR: DR OSMANI CORREA ROJAS.**

**Quito – 2021**

## CERTIFICADO DEL ASESOR

Dr. Osmani Correa Rojas, en calidad de Asesor/a del trabajo de Investigación designado por disposición del canciller de la UMET, certifico que **IRMA LISBETH PADILLA VIVEROS**, con cedula de identidad No 100447564-4, ha culminado el trabajo de investigación, con el tema: **“INCIDENCIA DE ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN CROMÁTICA EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA CESAR BORJA. PARROQUIA AMBUQUI”**.

Quien ha cumplido con todos los requisitos legales exigidos por lo que se aprueba la misma.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad facultando al interesado hacer uso del presente, así como también se autoriza la presentación para la evaluación por parte del jurado respectivo.

Atentamente:

---

Dr. Osmani Correa Rojas.

Asesor.

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Irma Lisbeth Padilla Viveros, estudiante de la Universidad Metropolitana del Ecuador "UMET", Optometría, declaro en forma libre y voluntaria que el presente trabajo de investigación que versa sobre: "**INCIDENCIA DE ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN CROMÁTICA EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA CESAR BORJA. PARROQUIA AMBUQUI**". y las expresiones vertidas en la misma, son autoría del compareciente, las cuales se han realizado en base a recopilación bibliográfica, consultas de internet y consultas de campo.

En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad de la misma y el cuidado al referirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto.

Atentamente,

Irma Lisbeth Padilla Viveros

**C.I. 100447564-4**

**AUTOR**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Irma Lisbeth Padilla Viveros, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación, **“INCIDENCIA DE ALTERACIONES EN LA PERCEPCIÓN CROMÁTICA EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA CESAR BORJA. PARROQUIA AMBUQUI”** modalidad (Proyecto de Investigación) de conformidad con el Art. 114 del

CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, cedo a favor de la Universidad Metropolitana del Ecuador una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Metropolitana del Ecuador para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior. El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Irma Lisbeth Padilla Viveros

100447564-4

## **DEDICATORIA**

La presente dedicación está dirigida a mis padres por el esfuerzo realizado durante todo este tiempo por el apoyo incondicional la perseverancia y la paciencia que demostraron en el transcurso de mi carrera, a mis hermanos por ser un pilar fundamental para poder culminar con mi objetivo que hoy se puede cristalizar.

Irma Padilla.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios padre todo poderoso que permite cada día avanzar y aprender de mis errores y volverlos fortaleza, a mis padres por estar allí siempre por creer en mí, y apoyarme en esta meta.

A mis hermanos por los buenos consejos que me impartieron durante todo este tiempo fueron de gran ayuda y un apoyo fundamental en este largo camino.

A la unidad educativa Cesar Borja por abrirme sus puertas para poder culminar con mi trabajo de tesis.

Agradezco a todos aquellos que de una u otra forma aportó para que esta meta sea posible.

Irma Padilla

## INDICE

CERTIFICADO DEL ASESOR .....	II
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN .....	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR .....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
INDICE.....	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN .....	1
Antecedentes Justificación.....	2
Situación problemática.....	4
Formulación del problema científico.....	4
Delimitación del problema.....	4
Justificación del problema .....	5
Formulación de una hipótesis.....	5
Objetivos de la investigación.....	5
CAPÍTULO I.....	6
1. MARCO TEÓRICO.....	6
1.1 Contexto teórico.....	6
1.2 Conceptos y definiciones teóricas.....	13
CAPÍTULO II.....	54
2. MARCO METODOLÓGICO.....	54
2.1- Contexto y clasificación de la investigación.....	54
2.2- Universo y muestra.....	54
2.3- Metodica.....	55
2.3.1- Para la recolección de información.....	60
2.3.2- Para el procesamiento de la información.....	60
2.3.3- Técnica de discusión y síntesis de los resultados.....	60
2.4- Bioética.....	60
2.5- Cronograma de actividades .....	61
CAPÍTULO III.....	63
RESULTADO.....	63
CONCLUSIONES .....	69
RECOMENDACIONES .....	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71

## RESUMEN

Las alteraciones de percepción cromática se caracterizan por no percibir los colores y se puede presentar de manera grave como leve son de tipos son deután, protán y tritán. Es importante que se realice un control visual al inicio del año escolar ya que este permitirá que los estudiantes conozcan si presentan algún tipo de alteración visual, como por ejemplo alteraciones en la percepción cromática especialmente al género masculino ya que ellos a nivel mundial presentan una mayor incidencia. Se realizó un estudio observacional de tipo longitudinal prospectivo, con el objetivo de determinar la incidencia de alteraciones en la percepción cromática de los estudiantes de la unidad educativa Cesar Borja, perteneciente a la parroquia Ambuqui, Imbabura, en el periodo septiembre – enero 2020. Se consideraron variables como: sexo, edad, etnia, test. Las variables cualitativas se resumieron mediante frecuencias absolutas y relativas porcentuales. Se utilizó la prueba de  $X^2$  al 95% de certeza para comparar frecuencias o asociar variables. Se concluye que en la agudeza visual el 70,71% de los estudiantes evaluados presentaron agudeza visual normal. (Considerando el rango de AV normal 20/2020/60 según la CEI-10), se concluyó que la mayoría de los estudiantes están en edades comprendidas entre 7 y 11 años (54,29%) y la mayoría de los estudiantes evaluados fueron de sexo masculino 55,71%. Se ha podido concluir que el 58,57% de los estudiantes presenta incidencia de alguna alteración en la percepción cromática.

**Palabras claves:** Alteraciones, percepción cromática, agudeza visual, incidencia, Ishihara, acromatopsia, Farnsworth.



## ABSTRACT

Chromatic perception alterations are characterized by not perceiving colors and can be presented in a serious way as mild are of types are deutan, protan and tritan. It is important that a visual control is carried out at the beginning of the school year since this will allow students to know if they present any type of visual alteration, such as alterations in color perception, especially to the male gender since they worldwide present a greater incidence, a prospective longitudinal observational study was carried out, with the aim of determining the incidence of alterations in color perception of the students of the Cesar Borja educational unit, belonging to the Ambuqui parish, Imbabura, in the period September - January 2020 Variables such as: sex and age group were considered. The qualitative variables were summarized using absolute and relative percentage frequencies. The X<sup>2</sup> test was used at 95% certainty to compare frequencies or associate variables. It is concluded that in visual acuity 70.71% of the evaluated students presented normal visual acuity. (Considering the normal VA range 20/2020/60 according to the CEI-10), it was concluded that the majority of students are between 7 and 11 years old (54.29%) and most of the students evaluated were 55.71% male. It has been possible to conclude that 58.57% of the students present an incidence of some alteration in color perception.

**Key words:** Alterations, color perception, visual acuity, incidence, Ishihara, achromatopsia, Farnsworth.

## INTRODUCCIÓN

En el globo ocular, específicamente en la retina existe la capa de células foto receptoras, la cual ayuda a comprender mejor el proceso en visión de colores, su percepción y sus alteraciones. Dentro de la presente investigación el objetivo principal es determinar la incidencia de alteraciones en la percepción cromática.

Por años la percepción de colores ha sido un misterio para la humanidad, ¿Por qué percibimos de formas distintas los colores? ¿Por qué existen personas que no perciben los colores? ¿Cuál es la causa de las alteraciones en la percepción cromática?

Las alteraciones de percepción cromática tienen como característica fundamental el no poder percibir los colores, pudiendo presentarse de manera grave como leve, son dos tipos deután, protán y tritán. Estas a pesar de que afectan a un porcentaje pequeño de personas, resulta de gran importancia el estudio de este tema. Múltiples investigaciones se han realizado, las cuales han logrado informar a la sociedad y orientar a todos aquellos pacientes que lo padecen. En este sentido los especialistas de la salud visual juegan un papel fundamental ya que orientaran las medidas adecuadas para que esto no lleve a ninguna complicación que pueda perjudicar la vida cotidiana de estas personas.

El filósofo John Dalton presento en la sociedad filosófica y literaria de Manchester un ensayo sobre el daltonismo tanto como él y su hermano padecían de una forma genética de ceguera para los colores (Acromatopsia) que no permite al paciente distinguir entre el rojo y el verde, el ensayo fue la primera descripción de este fenómeno.

La denominación del proto, deutero y trita tiene su origen en las etimologías griegas que significan primero, segundo y tercero respectivamente. El sufijo anopos significa ceguera y sufijos anómalos significa deficiencia. Estas raíces tienen su equivalencia en las siguientes raíces. Las primeras raíces utilizadas hacen referencia a la región del espectro en la cual se presentan las confusiones cromáticas o las cegueras a determinados colores, considerando al rojo como la primera región, el verde como la segunda y al azul como la tercera.

Percibir los colores es vital para todos los seres humanos. El color es una forma de expresión por medio del cual expresamos gustos y emociones. “El color no es una propiedad de la luz, sino una sensación visual vinculada a una fracción del espectro

electromagnético llamado visible, el color percibido es la característica de la percepción visual mediante la cual un observador puede distinguir” (Benito, 2011, p. 14).

Entre las anomalías de la visión cromática las más destacadas son las deficiencias del color las cuales son irreversibles, no progresivas y su incidencia varía entre las diferentes razas. Se caracteriza porque se percibe el color fuera de contexto generando errores en la vida cotidiana evidentes. A menudo la persona con esta alteración se vale de puntos de referencia para superar los problemas, por ejemplo, ante un semáforo conoce que el rojo está arriba y el verde abajo (Sociedad española de pediatría extrahospitalaria, y atención primaria, 2014, p. 21).

La preocupación nace ya que en la etapa adulta es cuando recién se reconoce el problema que conlleva no percibir correctamente la visión de colores. Esta problematización radica en la falta de información dentro de la sociedad.

### **Antecedentes Justificación**

La unidad educativa Cesar Borja está ubicada en la parroquia Ambuqui, cantón Ibarra, provincia de Imbabura – Ecuador. Es una parroquia rural del cantón Ibarra, hace tiempo Ambuqui se encontraba habitada por la tribu indígena cuyo jefe era el cacique Ambuco de ahí nace su nombre. Posteriormente se formó un caserío con pobladores que regaron procedentes de regiones no muy lejanas y que empezaron a habitarla formaron una comunidad próspera y trabajadora.

Ubicación: localizada a 34km al noroeste de Ibarra, forma de acceso terrestre, goza de un clima cálido- seco y temperaturas promedio 24°C, clima ideal para la convivencia de personas con enfermedades reumáticas. La expresión cultural de este pueblo está presente estas en sus fiestas que son una mezcla de religiosidad, música, danza y manifestaciones gastronómicas.

Unidad educativa Cesar Borja, ubicada en la calle Simón Bolívar barrio San Miguel. Tipo de educación regular ofrece una educación inicial (pre-escolar) primaria y secundaria, educación general básica (EGB) unidad fiscal, educación hispana, modalidad presencial, jornada matutina, cuenta con 15 docentes y 279 estudiantes. Dirigida por el director: MSc Marcelo Pinto.

La Organización Panamericana de Salud (OPS) ha publicado en su artículo titulado “Nuevos datos sobre la visión de los indios americanos” manifiesta que existe una incidencia de alteraciones en la percepción cromática. La obtención de los datos

cuantitativos sobre los resultados de este proceso requiere el examen de numerosas poblaciones de distintos niveles socioeconómicos. Menciona datos nuevos sobre la prevalencia del daltonismo en tribus indígenas de Brasil.

Según otro artículo publicado en la OPS, titulado Estudio de discromatopsia en escolares y su asociación con la deficiencia de la vitamina A, realizado por Ramírez, et al., (2005), reveló que en Lima Perú, solamente el 5.13% de los estudiantes observados, presentaba alguna alteración en la percepción cromática.

Dentro de Ecuador es un problema muy poco conocido, los indicios presentados en otros países y casos de alteraciones cromáticas que se han presentado han logrado que exista interés y se realicen proyectos de investigación que conlleven a recopilar más datos que contribuyan con una mejor información para la población acerca de las alteraciones a la visión de colores. En los últimos años se han publicado en el país trabajos de investigación que han abierto paso a continuar haciendo énfasis a la preocupación sobre las alteraciones cromáticas. Se adjunta el siguiente estudio, realizado dentro del país en la provincia de Azuay, autores: Moreno Orellana María José y Sánchez Feijoo Víctor Alexander. En su trabajo titulado: "Prevalencia de Daltonismo" investigado en 5 unidades educativas de la ciudad de Cuenca, explica sus resultados indicando que solo el 1,6% tiene prevalencia de alteraciones en la percepción cromática. "Se observó defecto de color rojo-verde en el 54,5% de la población y encontramos daltonismo tipo protán (45,5%), tritán (45,5%) y deután (9,1%)" (Moreno & Sánchez, 2016, p. 2).

Según, Espín (2015) en su trabajo titulado: "Estudio comparativo de las patologías de la visión cromática, en hombres y mujeres de raza mestiza e indígena, en la ciudad de Salcedo, provincia de Cotopaxi" manifiesta que, dentro de la investigación obtuvo los siguientes resultados:

En la raza mestiza se encontró el 17% equivalente a 50 personas, no hay la presencia de las patologías al color, con el 33% correspondiente a las 100 personas restantes dentro de la raza mestiza se logró encontrar la presencia de las patologías al color (p. 15).

Vemos que las investigaciones publicadas muestran resultados de mucho interés, los cuales llevan a seguir investigando como se encuentra realmente el estado de la percepción cromática en el País. Siendo importante conocer su incidencia.

Al realizarse esta investigación, permitirá recopilar más datos que sirvan como información para los profesionales de la salud visual, para que así se trate con mayor atención este tema, logrando así una mejor calidad de vida a la población.

### **Situación problemática**

La falta de información acerca de la incidencia de alteraciones cromáticas conlleva a no diagnosticar a tiempo este tipo de afección. Existen pocos estudios realizados en el país, sobre la prevalencia y todos los problemas derivados de este trastorno por tal motivo se pretenden realizar una investigación exhaustiva que permita instruir a la población y sirva de base para el desarrollo de posteriores investigaciones. Las alteraciones cromáticas son afecciones que al no ser detectadas a tiempo pueden llegar a mal interpretarse y formar un concepto erróneo acerca de las habilidades y desempeño de quienes lo padecen. El interés de obtener un diagnóstico temprano es relevante en los niños.

### **Formulación del problema científico**

Existe un desconocimiento en la población ecuatoriana de los aspectos relacionados con la percepción cromática, esto hace que no siempre se orienten las dificultades visuales hacia la búsqueda de las causas reales. Se conforman con diagnósticos de afecciones que no siempre garantizan la calidad de la visión a realizar los tratamientos indicados.

Lograr el estudio de la función cromática en todas sus dimensiones, permitirá realizar diagnóstico oportuno y tratamiento precoz de dichas afecciones. Se hizo necesario además educar a la población en los indicativos de estas funciones, sus alteraciones, los posibles diagnósticos, evolución y medidas de control y prevención.

### **Delimitación del problema**

La falta de servicios especializados en salud visual, no permite conocer a la población este tipo de alteraciones en la percepción cromática, mismas que solamente son identificadas en la edad adulta al momento de realizar un trámite como: obtener la licencia de conducir, ingresar a una institución policial, militar o conseguir un trabajo. Un factor importante ante la problemática es la falta de información lo cual conlleva a que no exista una preocupación colectiva, ya que es un tema que no se trata frecuentemente dentro de las zonas rurales. Los dispensarios de salud pública de la comunidad, no cuentan con un especialista que detecte a tiempo algún tipo de alteraciones y controle la salud ocular, por lo tanto, los estudiantes de la institución no

cuentan con un diagnóstico preventivo que les permita seguir un control periódico ante alguna anomalía visual.

### **Justificación del problema**

Esta investigación ayudó a recopilar datos para investigaciones futuras en donde obtengan más información sobre la incidencia de alteraciones en la percepción cromática, el factor socioeconómico ha jugado un papel fundamental en la falta de acceso a la salud visual por lo tanto los pacientes no pueden obtener un diagnóstico temprano y preventivo, con estos resultados se pretende colaborar y fortalecer aquellos proyectos que se han venido realizando anteriormente dentro y fuera del país, conocer si la incidencia es alta o baja permitirá ampliar la información dentro del campo optométrico y oftalmológico, misma información que ayude a los profesionales de la salud visual a obtener mejores resultados.

### **Formulación de una hipótesis.**

¿Existen alteraciones en la percepción cromática de los estudiantes de la Unidad Educativa Cesar Borja, que limiten su salud visual?

### **Objetivos de la investigación**

#### **Objetivo general.**

- Determinar la incidencia de alteraciones en la percepción cromática de los estudiantes de la unidad educativa Cesar Borja, perteneciente a la parroquia Ambuqui, Imbabura, en el periodo septiembre 2019 – enero 2020.

#### **Objetivos específicos.**

- Evaluar la agudeza visual de los estudiantes incluidos en la muestra de estudio.
- Describir resultados de los test de Ishihara y Farnsworth.
- Determinar incidencia de pacientes con alteraciones en la percepción cromática.
- Distribuir la muestra de estudio según las variables: edad, sexo y etnia.

## CAPÍTULO I.

### 1. MARCO TEÓRICO.

#### 1.1 Contexto teórico.

Es fundamental gozar de buena visión esto ayudara a realizar de forma correcta nuestras actividades en la vida diaria por lo cual es de suma importancia mantener buena higiene visual. La visión es un sentido de relación por el cual percibimos nuestro entorno y respondemos ante el mismo. Mantener una buena agudeza visual es sinónimo de calidad de vida. La visión funcional es aquella que utilizamos en el día a día para reconocer un rostro, acercarnos para dar una caricia, ver una señal de tránsito, bajar o subir un escalón, leer el autobús con los diferentes grados de iluminación.

Se dice que se tiene una buena visión cuando se consiguen buenos resultados en diversas pruebas funcionales como la agudeza visual, campo visual, percepción cromática, sensibilidad al contraste, etc., y se utiliza una buena iluminación en el lugar donde se realicen las actividades (Solórzano, 2012, p. 26).

La atención a la salud debe estar al alcance de todo el mundo, en el Ecuador se menciona el siguiente artículo como amparo a la misma:

Art. 3.- Objetivos. - El Sistema Nacional de Salud cumplirá los siguientes objetivos: 1. Garantizar el acceso equitativo y universal a servicios de atención integral de salud, a través del funcionamiento de una red de servicios de gestión desconcentrada y descentralizada. (...) Generar entornos, estilos y condiciones de vida saludables (Ecuador, Congreso Nacional, 2002, p. 29).

Constitución de la organización mundial de la salud: los estados partes en esta constitución declaran, en conformidad con la carta de las Naciones Unidas, que los siguientes principios son básicos para la felicidad, las relaciones armoniosas y la seguridad de todos los pueblos:

La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades. El goce del grado máximo de salud que se pueda lograr es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano sin distinción de raza, religión, ideología política o condición económica o social. La salud de todos los pueblos es una condición fundamental para lograr la paz y la seguridad, y depende de la más amplia cooperación de las personas y de los Estados (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2006, p. 17).

Las afecciones oculares y la deficiencia visual están muy extendidas, y con demasiada frecuencia siguen sin ser bien tratadas afirma el Dr. Tedros Adhanom Ghebreyesus, Director General de la OMS. Las personas que necesitan atención por estas enfermedades, deben recibir la misma a pesar de sus dificultades financieras. Incluir la atención de salud visual en los planes gubernamentales de salud y en los conjuntos esenciales de servicios es una línea en el actuar de cada país importante hacia la cobertura sanitaria universal. A nivel mundial, por lo menos 2200 millones de personas tienen deficiencia visual o ceguera, de las cuales al menos 1000 millones tienen una deficiencia visual que podría haberse evitado o que aún no ha sido tratada (Organización Mundial de la Salud, 2019, p. 33).

La atención primaria en salud visual debería priorizarse en las escuelas pues es ahí precisamente en donde empiezan las afecciones en el desarrollo de la visión. Al encontrarnos con incidencias de alteraciones en la percepción cromática significa que la enseñanza en el nivel escolar debe ser con mayor cuidado, para que así no se afecte el desempeño en sus tareas y calificaciones. La desinformación sigue siendo el principal problema para poder llevar un buen control de las mismas.

La valoración dentro de los consultorios de los profesionales de la salud visual debe ser completa de tal manera que se identifiquen de forma temprana problemas a la discriminación de colores. Recopilar los datos de incidencia, evitaría que las profesiones y las actividades que se desarrollan en la edad adulta se vean afectadas, por ejemplo: conducir un vehículo representaría un gran peligro para una persona con alteraciones en la percepción cromática, no podrá diferenciar semáforos o señales de tránsito, considerándose así un conductor peligroso por las posibilidades tan altas que tiene de provocar accidentes en las vías.

Las alteraciones en la percepción cromática representa un tema de gran interés para los profesionales de salud visual estas alteraciones llegan a presentarse de distintas formas pueden ser moderadas o graves, se define a la confusión de colores como daltonismo que es el más conocido por la población consiste en no poder diferenciar colores como rojo y verde por lo general se sabe que esta anomalía es hereditaria ligadas a la alteración del cromosoma X, existen alteraciones graves como la ceguera al color se define como acromatopsia.

Para los pacientes que llegan a padecer estas alteraciones implica que su vida cambia significativamente presentando problemas dentro de su formación académica



incluso al momento de desempeñar ciertos empleos o actividades. Estas alteraciones afectan más a hombres que a mujeres.

Los genes se encuentran en el cromosoma x dentro de la banda Xq28. 1.418 estudiantes universitarios (1.200 mujeres y 218 hombres) de la Universidad Privada Zarka y la Universidad Hashemite fueron seleccionados al azar y evaluados para detectar ceguera al color rojo / verde congénito, usando placas de color pseudoisocromáticas Ishihara. Se encontró que un total de 23 individuos eran daltónicos. En las mujeres, 4 estudiantes (0,33%) eran daltónicos: 1 de ellos mostró protanomalia, 1 protanopia y 2 deuteranomalia. En los hombres, 19 estudiantes (8,72%) eran daltónicos: 4 mostraban protanomalia, 3 protanopia, 8 deuteranomalia y 4 deuteranopia. Se encontró que las frecuencias alélicas del gen de la visión del color eran 0.087 en los hombres, 0.003 en las mujeres y 0.016 en la población total (Al-Aqtum & Al-Qawasmeh, 2001, p. 27).

Las alteraciones pueden pasar desapercibidas en ciertos momentos ya que tenemos que tener en cuenta que la percepción puede ser relativa, por ejemplo, tenemos al famoso creador de Facebook Mark Zuckerberg quien confeso ser daltónico y no poder diferenciar los colores correctamente. Los colores no le importan mucho a Zuckerberg; "Hace unos años, realizó una prueba en línea y se dio cuenta de que era daltónico rojo-verde". "El azul es el color dominante de Facebook, porque, como él dijo", "el azul es el color más rico para mí, puedo ver todo azul" (Vargas, 2010, p. 2).

Dentro del planteamiento del problema de la presente investigación se habla de la desinformación que existe acerca de un tema tan importante como es las alteraciones cromáticas, las personas pueden llegar a ver como "normal" una afección que con el tiempo se refleja en las actividades diarias, implementar más control visual dentro de la zona sería una buena forma de ayudar a detectar tempranamente este tipo de alteraciones. Conocer la incidencia en esta población es de gran ayuda, para poder promover más investigaciones de este tipo. Si bien es cierto hasta el momento estas alteraciones no han presentado indicios de ceguera en el mundo.

Según una publicación realizada en la academia nacional de medicina de México, la importancia de este tema para el médico, estriba la alta frecuencia de pacientes que sin conocer de la enfermedad desempeñan una vida familiar y laboral aparentemente normal, cursan con alteraciones en la recepción y percepción del

color. Algunos autores afirman que la prevalencia de este grupo de enfermedades entre la población general, puede alcanzar hasta un 4,4% (Domínguez, 2015).

Es importante conocer parte de la historia como se han venido formulando los criterios acerca del color y la percepción de los mismos, para eso hablaremos de algunos historiadores y científicos que han sido parte fundamental para realizar investigaciones acerca del tema planteado.

El color es una percepción en el órgano visual de quien lo contempla. Y esta percepción se da gracias a la luz, que es una porción de la amplia gama de energía que el sol irradia constantemente. Podemos ver las cosas que nos rodean, y apreciar su color porque éstas emiten luz (cuerpos luminosos) o reflejan la luz que reciben (cuerpos iluminados). El color es lo que vemos cuando llega a nuestros ojos la luz reflejada por un objeto. Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas de luz y refleja las restantes. Existen numerosas fuentes emisoras de luz (el sol, las lámparas fluorescentes, incandescentes, el fuego, etc.) y cada una afecta considerablemente la manera en que percibimos los colores. La percepción visual es clave en nuestro desarrollo y realización como personas: la mayor parte de la información útil que poseemos nos ha llegado a través de imágenes, expresiones, signos y palabras impresas, todas ellas visibles. Es posible vivir sin ver, pero es mucho más complicado y difícil (García, 2011, p. 45).

Se ha dicho de la luz que es indirectamente el color de lo transparente, pues siempre que hay un elemento ardiente en la transparencia, su presencia es luz mientras su ausencia es la oscuridad. Lo que llamamos transparente o diáfano no es peculiar al aire, al agua o algún otro cuerpo descrito así, sino que es una naturaleza común o potencia común, que no es separable, sino que reside en aquellos cuerpos y en todos los demás, en un grado mayor o menor de aquí que, así como todo cuerpo debe tener un límite, así también debe tener una transparencia. La naturaleza de la luz reside en lo transparente cuando es indeterminado, pero evidentemente lo transparente que se halla en los cuerpos ha de tener unos límites, y esto resulto obvio por el hecho de que este límite es el color; ya que el color o bien está en el mismo límite, o bien es el, el mismo límite (Acuña, 2019).

Las ideas aristotélicas fueron retomadas y ampliadas en el S. XIII por Robert Grosseteste al comprender que los colores no solamente debían quedar definidos por su tono y saturación sino también por su brillo. Creó además los conceptos de remisión y ascensión, utilizándolos como normas de orden de la secuencia de colores. Así, los colores remiten del blanco (o Lux clara, como él la llamó) y ascienden hacia el Negro

(Lux obscura). Entre estos dos extremos, colocó siete colores, diferenciando así los tonos acromáticos (blanco, negro y gris) de los cromáticos (el resto) Roger Bacon en el S. XIII, oponiéndose a Aristóteles, indicó que la luz y el color ocurren únicamente cuando se combinan. Secuencia lineal de Aristóteles. (Año -350) el rojo correspondía al fuego, el azul al aire, verde al agua y amarillo (o gris) a la tierra. Alberti (1404 – 1472) creó un sistema de cuatro colores que formaban un rectángulo o un rombo. Dichos colores eran el amarillo (giallo G), (verde V), azul (blue B) y rojo (rosso R), como base de una pirámide con sus extremos acromáticos ubicados en los ángulos (Runge, Goethe, Maxwell, & Harris, 2011, p. 14).

Ewald Hering en 1870, propuso una teoría que enfrentó a la de Young y que mantuvo su vigencia hasta la segunda mitad del S. XX. Afirmó que no solamente existen cuatro colores primarios, sino que nuestro sistema visual parece funcionar procesando los colores a pares: rojo –verde; amarillo – azul y blanco – negro. Estos colores además no se mezclan entre sí, por eso nadie es capaz de ver un color verde rojizo, ni un azul amarillento. Los elementos que forman un par se influyen uno a otro: según Hering, un gris neutro se verá rojizo si está rodeado de verde; se verá azul si está rodeado de amarillo y se verá amarillo si está rodeado de azul. Esto es lo que se observa con las denominadas postimágenes o fantasmas visuales: si el ojo se mantiene fijo sobre un color y se retira, puede ocurrir que se siga viendo ese color durante un instante (fenómeno de postimágenes positiva) o si cesa la luz se ve su color complementario (postimágen negativa). Ello se debe al apareamiento de colores: en las combinaciones rojo – verde y azul – amarillo no pueden hallarse activos ambos canales a la vez, pero en el caso de blanco – negro, sí. Por eso, al retirar la vista de un estímulo amarillo, se detiene el proceso amarillo, pero automáticamente se dispara el proceso contrario, esto es, el azul.

El profesor Robert Montes-Mico en su libro titulado: principios básicos y aplicación clínica, en el capítulo 7 visión del color dice: los primeros filósofos y científicos mantuvieron diferentes puntos de vista con respecto a la visión y la percepción de los colores en comparación a los que son aceptados hoy en día.

En los años 429-347 justamente antes de Cristo, el filósofo Platón, argumenta que: la ley de la proporción según la cual forman los diferentes colores, un hombre sabría que sería una tontería el decirlo, ya que no podía dar ninguna razón necesaria, ni tampoco ninguna explicación aceptable o probable de ellos. Para Platón la capacidad de ver colores radicaba en llamas de fuego que se emanaban de objetos o

nuestros ojos, esto para él significaba que esa era la forma de percibir el color, a pesar de que describía la luz dentro de su teoría, esta no era la fuente principal para aquello.

La línea de tiempo describe a muchos investigadores dejando algunas teorías sin mucha validez, pero resaltando aquellos que han contribuido con argumentos claros, como la contribución del investigador Hermann Von Helmholtz, defendió la teoría en la cual menciona que las “partículas menores de la retina podían modificarse en función de las que poseían máxima sensibilidad” en el año 1821 y 1894. Siendo así que en el año de 1831 y 1879 el físico James Clerk Maxwell, propuso que el color de los primarios físicamente puros está destinado a ser subjetivo debido a la complejidad de los procesos subyacentes. Sostuvo que el ojo es el que crea el color.

Grossman introdujo además el concepto de radiaciones cromáticamente equivalentes: son aquellas que producen sobre el ojo idéntica sensación de tonalidad, saturación y luminosidad (o brillo). Disco de colores de Goethe (1793) Goethe asocia en su teoría emociones específicas a los colores. Pese a esta equivalencia, indicaba, esas radiaciones pueden ser monocromáticas o una superposición de un conjunto de ellas.

Desde hace años las alteraciones en la percepción cromática han sido un tema de interés dentro de la salud visual. Desde el descubrimiento de Jhon Dalton un personaje importante dentro de la historia, por su ceguera al color, quien presentó en la sociedad filosófica y literaria de Manchester un ensayo sobre el daltonismo, tanto como él y su hermano padecían de una forma genética de ceguera para los colores (acromatopsia) que no les permitía distinguir entre el rojo y el verde, el ensayo fue la primera descripción de este fenómeno, que abrió paso a las investigaciones acerca de la ceguera al color. Las alteraciones en la percepción cromática se presentan en la capa de fotorreceptores ubicada en la retina dentro del globo ocular, dicha capa es la encargada de efectuar la visión de colores.

Según Dalton como las diferentes clasificaciones de los tipos de daltonismo hablan de una anomalía en la visión, de un tipo de visión extraordinaria, peculiar o diferente a la de los demás, pero no se menciona en ningún caso que sea una enfermedad o un defecto. Curiosamente en la actualidad se hace referencia al daltonismo, incluso en algunos foros especializados en medicina o en el campo de la visión, como una enfermedad o una tara cuando realmente no es ni lo uno ni lo otro sino, simplemente, una forma diferente de ver los colores. Colores que, por otro lado, no existen ya que, en realidad, son el producto de la interpretación que nuestro

cerebro hace de las señales eléctricas generadas en los conos por las diferentes longitudes de onda de la luz que les llega (Menéndez, 2018).

En el marco de la misión solidaria Manuela Espejo, en Ecuador, se estudiaron la totalidad de personas con discapacidad encontrándose el 24 % de las personas con discapacidad visual. De la población infantil ecuatoriana menor de 5 años, los niños y niñas con discapacidad visual 1.4%. De ellos el 76% tuvo alguna deficiencia y el 24% presento alguna limitación de su función visual. Se concluyó que, dentro de las discapacidades visuales, las más frecuentes en el país fueron la ceguera parcial dependiendo del grado y tipo de pérdida de visión, como la visión reducida, el escotoma, la ceguera parcial de un ojo o el daltonismo (Alulema, 2014, p. 17).

El ojo hace parte de uno de los sentidos del cuerpo humano y puede considerarse uno de los más importantes, ya que aproximadamente el 80% de toda la información que el cuerpo recibe se percibe a través de este órgano gracias a esto, podemos ser capaces de interpretar el entorno que nos rodea. La visión es un sistema complejo, formado por un conjunto de estructuras anatómicas perfectamente organizadas. Un sistema visual adecuado: desde el momento en que un niño nace, la exposición a la luz genera que el sistema visual madure, es decir, una buena visión inicia desde el nacimiento, está en nuestras manos permitir que se desarrolle adecuadamente, conservarla y prevenir enfermedades futuras. Cuando un sistema visual es sano, la visión es buena, existe estereopsis (visión en tercera dimensión), el enfoque a diferentes distancias (acomodación) es adecuado y se pueden realizar movimientos oculares. Por otro lado, el sistema visual afecta no solo la nitidez de la visión, tiene funciones de percepción de color, profundidad, movimiento, contraste y orientación (Chivirí & Mora, 2017, p. 3)

El estudio de la visión cromática ha ocupado siempre en la Oftalmología un segundo plano y su estudio ha demostrado muy poco interés para los investigadores, quizá debido en parte por las dificultades que conlleva su interpretación, a pesar de ello, a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, se pudieron ir desentrañando, como hemos visto, muchas de las incógnitas que desde el siglo anterior se intuían, pero no habían podido ser demostradas (García J. , 2019).

La explicación del proceso de la visión ocupa un lugar preferente en la historia del pensamiento occidental. En el mismo nacimiento del pensamiento filosófico en la

Grecia antigua (siglo VI a. C.) se dan cita ya dos teorías explicativas rivales que pugnan por imponer su discurso.

Ambas teorías, precientíficas e intuitivas, se constituirán en la fuente explicativa de la visión del mundo occidental durante siglos, hasta la llegada del mundo moderno. Reformuladas o no, definen dos modelos básicos sobre el proceso de la visión humana, cuyo eco llega hasta nuestros días (Alberich, Gómez, & Ferrer, 2011, p. 6).

## **1.2 Conceptos y definiciones teóricas.**

El globo ocular u ojo, es un órgano par que se encuentra en la cavidad orbitaria tiene una forma esfenoïdal, cuenta con varios anexos que se encuentran ubicados por fuera del mismo, como: cejas, parpados superior e inferior, pestañas, aparato lagrimal y conjuntiva, también se encuentra conformado en la, parte externa por cornea y esclera o esclerótica, parte media úvea, iris, cuerpo ciliar y coroides, parte interna retina.

En el interior del globo ocular se encuentran tres cámaras: cámara anterior se encuentra la cara posterior de la córnea por delante y cara anterior del iris por detrás, ocupada por humor acuoso. Cámara posterior cara posterior del iris y la pupila por delante y la cara anterior del cristalino con sus fibras zonulares también ocupa humor acuoso. Cámara vítrea limitada por la cara posterior del cristalino, fibras posteriores de zónula y parte del cuerpo ciliar por delante y el resto está conformado por la retina y el humor vítreo.

A continuación, describiremos los anexos que conforman el globo ocular: los parpados son pliegues de piel en su parte anterior y de conjuntiva en su parte posterior que se encuentran unidos en los ángulos lateral y medial en el ángulo medial que se encuentra la carúncula que es una elevación de la mucosa, el borde los parpados presenta las pestañas. Los parpados contienen el tarso, que es una estructura de tejido conjuntivo denso que se une al margen orbitario también contiene las glándulas palpebrales tarsales (meibomio) sudoríparas y sebáceas asociadas a los folículos de las pestañas

Dentro del aparato lagrimal encontramos que: las vías lagrimales están constituidas por un conducto que conecta el lago lagrimal con fosa nasal homolateral. En las vías lagrimales se distinguen las siguientes partes bien diferenciadas: puntos, canalículos, saco y ductos lacrimonasal, acompañadas de válvulas, vasos y nervio (Gómez de las Heras, 2017, p. 7).

La lágrima natural está constituida por agua, iones y macromoléculas. Dentro de éstas últimas tenemos proteínas, glicoproteínas, mucinas y lípidos la concentración de proteínas es alrededor de 5-7 mg/ $\mu$ l (masa/volumen) y junto a la concentración de iones son más elevados que en otros fluidos exocrinos. El volumen ( $\mu$ l) total de la lágrima es 5 a 15  $\mu$ l con una tasa de recambio de 1  $\mu$ l/minuto. Esta se produce por secreción basal y refleja, componente acuoso (99.78%), glándula lagrimal principal, glándulas lagrimales accesorias (krause y wolfring), componente mucinoso (0.2%), células caliciformes (goblet cell), componente lipídico (0.02%), glándulas meibomio: glándulas de zeis y moll (Traipe, 2017, p. 2).

Esta membrana mucosa conocida como conjuntiva se inicia en el borde del párpado, cubre la superficie posterior, luego se pliega sobre sí misma para formar los fondos de saco o fornices y finalmente cubre la parte anterior del globo ocular para terminar en el limbo esclerocorneal.

Tiene dos partes: palpebral, empieza en unión mucocutánea del borde palpebral y firmemente adherida a las láminas tarsales. Bulbar, cubre esclerótica anterior unida de forma laxa a capsula de tenon. Separadas por el fondo de saco, esta suelta y es redundante. Histología: epitelio estratificado sobre estroma ricamente vascularizado (Molina, 2016).

Esta estructura transparente que es la córnea tiene una forma cóncava, forma parte de la cámara anterior, en su parte anterior es convexa por fuera y en la parte posterior cóncava por dentro. Es un medio refringente que proporciona gran parte del poder refractivo para enfocar la luz en la retina. La cornea se caracteriza por ser avascular.

Se nutre a través del humor acuoso con un diámetro que oscila entre 11 y 12 milímetros su espesor puede variar entre 500 y 600 micras. Compuesto por varias capas: epitelio, membrana de bowman, estroma, capa de decemet, endotelio, corresponde a la principal estructura refractiva del ojo con aproximadamente el 70 % del poder dióptrico (42 D / 58D). En términos generales es una barrera entre el intra y extra ocular. Su espesor promedio central es 0.52 mm y periférico 0.65 mm con un radio de curvatura de la superficie anterior de 7.8 mm (esclera es 11.5mm) y con una superficie de 1.04cm (Traipe, 2017).

La córnea: representa el principal medio refractivo del ojo, hace parte de la capa más superficial del ojo llamada esclerocórnea o capa fibrosa, la córnea se encuentra ubicada en la porción anterior del ojo, esta está formada por cinco capas de anterior a posterior: epitelio, membrana de Bowman, estroma, membrana de

Descemet y endotelio. La transparencia de la córnea se debe al entrecruzamiento regular y al tamaño similar de estas. El oxígeno y otros componentes requeridos para el metabolismo de la córnea se difunden a través de la película lagrimal, el humor acuoso y los vasos que llegan al limbo esclerocorneal (Villate, Méndez, & Echeverry, 2016).

En el ojo como principios de formación de la imagen, podemos encontrar que son los mismos que un sistema óptico convencional: entra en el ojo a través de la córnea para ser enfocada en la retina después de la refracción en la córnea, el elemento refractivo de mayor potencia, y la lente del cristalino. La luz se refracta de forma muy acentuada en la superficie corneal anterior debido a que la parte esférica central tiene una curvatura muy acentuada y a que existe una gran diferencia entre los Índices de refracción del aire y de la córnea (Alulema, 2014).

La parte blanquecina del ojo se denomina esclera o esclerótica es una membrana fibrosa resistente, tiene como función proteger los tejidos intraoculares, se encuentra compuesta en su porción posterior por el nervio óptico y los vasos sanguíneos. La esclera se encuentra cubierta por la episclera que es un tejido laxo vascularizado y tiene como función reaccionar ante inflamaciones.

Vemos que el iris es: una membrana de color que le da pigmentación al globo ocular, pueden constituir los colores como negro, café este es el más común dentro de la población, existen colores muy llamativos como el verde, etc. Este se encuentra formado por la pupila está más o menos a un milímetro del iris. Existen núcleos nerviosos que se encuentran ubicados a nivel pupilar, se presentan 3 tipos de reflejos: fotomotor o reflejo de luz, consensual y acomodativo.

El cuerpo ciliar se encuentra situado posterior al iris, soporta presiones mayores a la esclera compuesta por fibras de colágeno en forma circular tiene como función la acomodación, nutrición del segmento anterior y secreción del humor acuoso. La raíz del iris se inserta en el cuerpo ciliar. El surco ciliar entre el iris y el cuerpo ciliar determina su límite anterior. El límite posterior con la coroides ocurre a la 14 altura de la ora serrata. El cuerpo ciliar tiene tres funciones. La producción de humor acuoso ocurre en el epitelio que reviste los procesos ciliares ubicados en el tercio anterior del cuerpo ciliar. Los dos tercios posteriores corresponden a la para plana en cuyo epitelio se producen mucopolisacáridos del humor vítreo. En pleno espesor del cuerpo ciliar se encuentra el músculo (Alulema, 2014).



El cristalino se describe como una lente biconvexa se encuentra ubicado anterior del iris y posterior al humor vítreo su función principal es enfocar la luz sobre la retina, no cuenta con aporte sanguíneo, tiene una cantidad de células que ayudan a su crecimiento. Compuesto por: la capsula, epitelio, células fibrosas, núcleo y zónula. Es avascular con una cápsula elástica y células fusiformes. Está suspendido por el aparato zonular que se inserta alrededor del ecuador del cristalino, y de ahí va a los procesos ciliares. Su poder dióptrico es de alrededor de 13-26 D. Su principal característica es que es capaz de modificar su radio de curvatura para ajustar la distancia focal del ojo, entre el infinito y la distancia de visión próxima, fenómeno que se conoce con el nombre de acomodación. La alteración de esta capacidad da origen a la presbicia o dificultad para ver de cerca que aparece después de los 40-45 años. Finalmente la pérdida de su transparencia parcial o total da origen a lo que conocemos como Catarata (Traipe, 2017).

La composición del humor acuoso empieza esta con las proteínas, enzimas, glucosa, sodio y potasio tiene el 98 por ciento de agua, se encuentra ubicado en la cámara anterior del globo ocular, ayuda a nutrir y oxigenar. Su presión intraocular oscila entre 12-20 milímetros de mercurio. El humor acuoso fluye a través de la cámara anterior reabsorbiéndose en la malla trabecular pasando al canal de Schelmen luego drena el sistema venoso.

Corresponde al 5% del total del agua del globo ocular, permitiendo apreciar el líquido transcelular in vivo y retirarlo fácilmente. Está compuesto en el 99.69% de agua. La concentración de proteínas es de 5 a 16mg% y 2/3 corresponde a albúmina y 1/3 a globulinas. Todas estas proteínas incrementan su concentración en procesos inflamatorios. Además, estas proteínas del humor acuoso pueden unirse a diversas drogas o medicamentos, resultando en una inactivación parcial o total e incluso degradación de ellas (enzimas) (Traipe, 2017).

El proceso de formación de la coroides se conoce histológicamente que se encuentra compuesta por: lamina fusca, fibras de colágeno gruesas y delgadas, estroma, membrana de Bruch, capa de colágeno, se caracteriza por ser una membrana pigmentaria, contiene melanina, es avascular. Ubicada entre la esclerótica y la retina. La sangre coroidea llega por las arterias ciliares posteriores cortas. La sangre es recogida por las denominadas venas vorticosas drenan en la vena oftálmica superior. La coroides irriga la porción externa de la retina. Siendo la retina la zona del organismo con mayor riego sanguíneo (Molina, 2016)

A la retina se le observa como una capa transparente, delgada, vascularizada e inervada, fundamental dentro del proceso de visión la función principal es transformar la energía luminosa en una señal neurológica aceptable para poder interpretar en el cerebro la imagen, brillo y nitidez. La retina se encuentra relacionada con la coroides lo que provoca una apariencia de coloración. En su parte anterior la retina está relacionada con el cuerpo ciliar, cristalino y humor vítreo. Posteriormente se encuentra limitada por la coroides. Se compone de una serie de células o también llamadas células de sostén que se dividen en: atrociitos, estos llenan los espacios que provoca la atrofia del nervio óptico. Células de Müller, tienen como función el soporte y sintonización de glucógeno, ceden glucosa a otras células nerviosas y de sinapsis que pueden subdividirse en capas:

- Epitelio pigmentario
- Capa de células fotorreceptoras
- Membrana limitante externa
- Capa nuclear externa
- Capa nuclear interna
- Capa plexiforme externa
- Capa plexiforme interna
- Capa de células ganglionares
- Capa del nervio óptico
- Membrana limitante interna.

Histológicamente se constituye por tres capas: nervio óptico, papila óptica, y zona macular. La retina es un tejido de origen neuroectodérmico, proyección del cerebro especializado en responder a estímulos luminosos, corresponde a la capa más interna del globo ocular y que va desde la ora serrata hasta el nervio óptico, entonces este tejido responde a estímulos luminosos y estos son transmitidos a través del tracto nervioso al cerebro (Traipe, 2017).

La irrigación la arterial central de la retina (primera rama de la oftálmica) irriga la retina interna. Retina externa, desde nuclear interna hasta el epitelio pigmentario de la retina irrigada por la coriocapilar (proviene de las arterias ciliares) concepto de barrera hemoretiniana. Las regiones retinianas, mácula área redondeada en el polo posterior de 5,5 mm aproximadamente de diámetro. Contiene pigmento xantófilo 2 o más capas de células ganglionares. La fovea: depresión en el centro de la mácula con un diámetro de 1,5 mm. La foveola: forma el suelo central de la fovea y tiene un

diámetro de 0,35 mm, parte más delgada de la retina, desprovista de células ganglionares. Solo conos. La retina alrededor del ecuador se denomina retina ecuatorial. La región más anterior se denomina retina anterior o periférica. En periferia extrema el borde entre retina plana y retina serrata (Molina, 2016, p. 4).

La retina es una porción del sistema nervioso central formada por una red de neuronas especializadas que se localiza tapizando el interior del globo ocular. En este tejido, los estímulos luminosos desencadenan respuestas eléctricas y químicas que activan diferentes vías paralelas de transmisión de la información hacia distintas áreas del sistema nervioso. La vía clásica visual, “formadora de imágenes”, se inicia con el proceso de transformación de las señales luminosas en impulsos eléctricos a nivel de los fotorreceptores clásicos, conos y bastones. Las células ganglionares de la retina son las encargadas de enviar la información desde la retina al cerebro a través de sus axones, que forman el nervio óptico (Esquivá, Lax, & Cuenca, 2016).

La percepción visual correcta de una imagen se debe a que los rayos luminosos y la imagen que éstos transmiten se enfocan en la retina, para estimular los receptores que posee, conos y bastones, y que sea transformada en impulsos nerviosos para transmitirlos al cerebro a través del nervio óptico. Los bastones y conos de la retina son células nerviosas especializadas que solo son estimuladas por los rayos luminosos, se encuentran organizados en grupos de tres elementos sensibles, cada uno de ellos destinado a cada color primario del espectro: azul, verde y rojo. Cuando se percibe el color rojo es porque se ha excitado el elemento sensible a esta longitud de onda. Cuando se percibe el color amarillo es porque se excitan a un tiempo verde y el rojo; la percepción del azul celeste (cyan) se debe a que están funcionando simultáneamente el verde y el azul. A esta capacidad de percepción de los colores contribuye, además, el que todos los cuerpos están formados por sustancias que absorben y reflejan las ondas electromagnéticas; es decir, absorben y reflejan colores (Contreras, García, & Calvo, 2014).

Desde la retina las señales generadas son transportadas por el nervio óptico, pasando por el quiasma óptico hasta el núcleo geniculado lateral. De allí, la información llega a la corteza visual a través de lo que se conoce como radiaciones ópticas. La corteza visual tiene una estructura muy compleja y está compuesta por diversas regiones (Dimieri, 2015).

La sensibilidad de la retina tiene además características particulares que dependen de diversos parámetros, como el color y la dirección de la luz incidente o la

duración del estímulo. Entonces para formar una imagen es necesario ser capaz de captar la luz y mantenerla organizada mantener separada la luz proveniente de distintas localizaciones y crear una correspondencia con el origen de la luz y la localización del conjunto de sensores fotorreceptores. El cristalino, con su curvatura, y la refracción de los rayos de luz a lo largo del camino que sigue la misma por el interior del ojo, sirven para colectar los rayos de luz provenientes de un lugar común y enfocarlos en un punto particular (Dimieri, 2015).

Dentro de la investigación hablaremos de la capa de fotorreceptores, esta es la encargada de la visión de colores. Los fotorreceptores captan la luz y transforman su energía en una respuesta nerviosa. Este proceso ocurre en un organelo especializado de la célula fotorreceptora, el segmento externo, que está compuesto principalmente de una membrana de material plasmático ordenado de una manera inusual simulando múltiples sacos aplanados que se extiende a lo largo del eje del segmento externo. Existen alrededor de 1000 sacos por cada segmento externo y cerca de 1 millón de moléculas de rodopsina en cada saco. Estos sacos contienen la maquinaria proteica para capturar y amplificar la luz. La luz es absorbida por la rodopsina y cada molécula responde a un quantum de luz (Traipe, 2017).

Se describe al humor vítreo como un líquido transparente gelatinoso que se forma desde el embrión, mantiene la forma del ojo esto permite uniformidad en la retina. Su mayor parte está compuesta por agua, no está vascularizado, compone el 80 por ciento del globo ocular no se renueva o regenera, Se compone de tres partes membrana hialoidea, córtex y vítreo central.

El II par craneal o nervio óptico, forma parte del sistema nervioso central su origen proviene de las capas de las capas de fibras nerviosas tiene aproximadamente una longitud 6 centímetros y un grosor de 2.5 a 3 centímetros. A nivel de cerebro constituye parte de la vía óptica. El origen del nervio óptico no tiene bastones ni conos y es la causa de la mancha ciega fisiológica de la visión normal. Los conos y bastones formarán sinapsis con las células bipolares, las cuales, a su vez, lo harán con las células ganglionares, de las que saldrán fibras no mielinizadas hacia la papila óptica, en donde se mielinizarán y formarán el nervio óptico (Sánchez Méndez, 2001).

La formación del nervio óptico comienza en el disco óptico, situado entre 10-15grados en el lado nasal de la fóvea en cada ojo, tiene aproximadamente 50 mm de largo y se divide en cuatro segmentos: intraocular 1 mm, cuando emerge a través de la abertura escleral. Intraorbital 25 mm, el segmento más largo y comunica el espacio

subaracnoideo con el de la cisterna supraselar. Intracanalicular (9mm), pasa a través del canal óseo óptico junto con la arteria oftálmica. Prequiasmático (16mm). Además, el nervio óptico representa una extensión del sistema nervioso central, y está encargado de transmitir la información visual desde la retina hasta el cerebro (Chivirí & Mora, p. 10).

La importancia del buen funcionamiento del globo ocular radica en el sistema neurosensorial cada parte del cerebro juega un papel importante en el proceso de la visión, la visión de colores está ligado estrechamente a la corteza visual primaria. Según una investigación realizada por la universidad de Chicago en Estados Unidos dice que, al revisar las resonancias magnéticas, Shevell y sus colegas encontraron que la actividad en las áreas de la corteza visual superior era la que coincidía con los colores que los sujetos del estudio veían. Esos resultados marcan un paso importante en la explicación de la transición de la codificación de la luz física que entra en nuestros ojos a la experiencia perceptiva de ver el color (El confidencial, 2020).

El globo ocular resulta un órgano muy fascinante como lo describió en cierto momento el pintor Leonardo Da Vinci en su “cuaderno de notas”, dijo: “el ojo que es la ventana del alma, es el órgano principal por el que el entendimiento puede tener la más completa y magnífica visión de las infinitas obras de la naturaleza”.

El color se ha convertido en un sistema modelo de primer nivel para comprender cómo la información es procesada por los circuitos neuronales y para investigar relaciones entre genes, circuitos neuronales y percepción. Tanto el estímulo físico para el color como la producción perceptiva experimentada como el color está bastante bien caracterizado, pero los mecanismos neuronales que subyacen a la transformación de estímulo a percepción no se comprenden completamente (Conway, y otros, 2010).

El color resulta fascinante para el ser humano gracias a él podemos conocer e identificar la naturaleza con mucha facilidad, dentro de la zona donde se realizó la investigación observamos que el ambiente natural permite con gran facilidad discriminar todos los colores y sus matices la luz natural del entorno permite que se reconozca con mayor facilidad los objetos, resulta de gran importancia una buena percepción cromática ya que esta permite comunicarse correctamente con la vida cotidiana. Dentro de la educación es más factible enseñar por medio de materiales escolares coloridos, el rendimiento escolar para todos aquellos que cursan un salón de clases puede verse afectado en caso de padecer alguna alteración en la

percepción cromática. La memoria visual es importante dentro de la percepción cromática, ya que nosotros los seres humanos relacionamos todo lo aprendemos con la visión, por ejemplo: un niño puede relacionar la naturaleza por los colores, resulta más fácil identificar un animal por el color de su pelaje. Las personas relacionan los colores con su estado de ánimo, por ejemplo: para asistir a un funeral se acostumbra utilizar colores oscuros o neutros, eso reflejara "luto y respeto hacia el difunto".

El estudio del color ha despertado a lo largo de la historia la atención de no pocos estudiosos. Y es que se trata de un factor de la naturaleza tan fascinante como enigmático, que no deja de sorprender, y que aún no termina de descifrarse por completo a la ciencia, sobre todo en los procesos de percepción del color. Así mismo, las áreas de estudio que han abordado este tema no son pocos, así como los atributos, científicos y no científicos, que se han asociado a los colores (Lara, 2015).

La percepción del color está en nuestro entorno cuando la luz llega a un objeto determinado se absorbe en longitudes de onda permitiendo a nuestros ojos distinguir varios colores. El color es la interpretación de la variedad de ondas electromagnéticas se torna único para cada ser humano una persona tiene la capacidad de describir un color de acuerdo a su percepción la variedad de fuente luminosa que existe en nuestro alrededor nos permite distinguir un color de otro con diferentes tonalidades, pero con bastante similitud. Entonces vamos a conocer los criterios de algunos autores acerca del significado del color.

Empezaremos diciendo que el color en sí no existe no es una característica del objeto es más bien una apreciación subjetiva nuestra. Por tanto, podemos definirlo como, una sensación que se produce en respuesta a la estimulación del ojo y de sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes de onda. El color es pues un hecho de la visión que resulta de las diferencias de percepciones del ojo a distintas longitudes de onda que componen lo que se denomina el "espectro" de luz blanca reflejada en una hoja de papel. Estas ondas visibles son aquellas cuya longitud de onda está comprendida entre los 400 y los 700 nanómetros; más allá de estos límites siguen existiendo radiaciones, pero ya no son percibidos por nuestra vista

El ojo humano es capaz de percibir 8000 colores manteniendo un nivel de luminancia fija, los cuales se basan en tres variables cromáticas: azul, verde y rojo, que combinados adecuadamente permiten obtener los demás colores. Estas tres variables cromáticas se denominan colores primarios al presentar la particularidad de

que ninguno de ellos puede ser obtenido por mezcla de los otros dos (Contreras, et al., (2014).

Con frecuencia, el color que se recuerda de los objetos conocidos difiere de su color real. Los efectos de alguna experiencia pasada sobre el color aparente se deben, según se considera, a la memoria de colores. Duncker (1939) utilizó recortes de una hoja verde y de un asno hechos del mismo material (de fieltro verde). Ambos estímulos se mostraron de manera sucesiva con una iluminación rojiza oscura que era complementaria del color de los recortes; de esta manera, el recorte de cada estímulo reflejaba el mismo gris (Prado, Camas, & Laredo, 2008).

El ojo tiene un espectro de colores de aproximadamente siete millones de colores. Nuestros ojos contienen tres tipos de células o "conos" que contienen pigmentos fotográficos que nos permiten ver el color. Dentro de un pequeño hoyo cerca del nervio óptico hay aproximadamente de seis a siete millones de fotorreceptores o conos de tres tipos: conos S, conos M y conos L, y las letras representan luz de longitud de onda corta, media y larga. Las longitudes de onda de las luces reflejadas controlan los colores que ven los ojos. Los tres conos de luz generan los colores rojo, verde, azul y sus diversos matices. Una persona con visión normal de los colores tiene y utiliza tres conos de luz. Cualquier daño o ausencia de los conos resulta en daltonismo o una deficiencia en la visión del color (Colormax, 2020).

El color: el ojo humano puede distinguir entre 10.000 colores. Se pueden además emplear tres dimensiones físicas del color para relacionar experiencias de percepción con propiedades materiales: saturación, brillantez y tono. Los tonos secundarios se obtienen al mezclar partes iguales de dos primarios; los tonos terciarios se consiguen al mezclar partes iguales de un tono primario y de un secundario adyacente. Los primarios son colores que se consideran absolutos y que no pueden crearse mediante la mezcla de otros colores. Sin embargo, mezclar los primarios en diversas combinaciones crea un número infinito de colores. Dependiendo de qué ámbito (Netdisseny. Diseño Industrial, 2010).

La naturaleza del color, aunque se reconoce que el principal componente de un color es la longitud de onda de la luz, para una sensación de color determinada existen realmente tres dimensiones psicológicas; un color tiene los atributos de matiz, brillantez o intensidad y saturación (Prado, Camas, & Laredo, 2008, p. 102).

El color y sus propiedades: las propiedades del color son aquellos atributos que cambian y hacen único a cada color, estos atributos son tres:

El tono, también es conocido como matiz, tinte o croma. Es la propiedad que diferencia un color del otro, y por la cual designamos los colores: verde, violeta, rojo, etc. Hace referencia al recorrido que hace un color en el círculo cromático adquiriendo matices, como por ejemplo el rojo anaranjado o el amarillo verdoso.

La saturación representa la intensidad cromática o pureza de un color. En otras palabras, es la claridad u oscuridad de un color, está determinado por la cantidad de luz que un color contiene. La saturación de los colores cambia a medida que ese color tiene más o menos cantidad de gris.

El brillo es la luminosidad es la cantidad de luz reflejada por una superficie en comparación con la reflejada por una superficie blanca en iguales condiciones de iluminación. En teoría del color, la luminosidad hace referencia a cuanto de oscuro o de claro es un color. A mayor luminosidad de un color mayor luz reflejara.

El color no es una característica de una imagen u objeto, sino que es más bien una apreciación subjetiva, luego, se puede definir como, una sensación que se produce en respuesta a la estimulación del ojo y de sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes de onda. Entonces, el color es una sensación percibida gracias a la existencia y naturaleza de la luz y a la capacidad de los órganos visuales para transmitir dichas sensaciones al cerebro y el color de los cuerpos no es una propiedad intrínseca de ellos, sino que depende de la naturaleza de la luz que reciben (Contreras, García, & Calvo, 2014).

Johann Wolfgang von Goethe, un alemán nacido hace 270 años, dedicó su vida a la poesía, la novela, la filosofía y la ciencia, apporto a la ciencia con una excelente investigación titulada: la teoría de los colores, este trabajo fue publicado en 1810 y describe en seis partes los colores desde una perspectiva fisicoquímica, los efectos que estos producen en las emociones y su relación con disciplinas tales como las matemáticas, la filosofía, la música o la historia natural. La primera parte, colores fisiológicos, explica que los colores pertenecen al ojo y que son un componente necesario para la visión (hoy sabemos de la existencia de las células fotosensibles responsables de la percepción del color: los conos). Goethe describe en esta sección los dos estados opuestos de la retina. En la absoluta oscuridad, la retina se encuentra relajada, mientras que, con la luz, ésta aparece hipertensa (o excitada) y susceptible a todo (Mondragon, 2019).



En esta parte del libro, el autor señala que cuando el ojo pasa de la oscuridad a la luz, necesita un tiempo para adaptarse a la nueva situación, y aclara que la retina no puede percibir algo luminoso en un contexto aún más luminoso. Pone como ejemplo la ausencia de estrellas en el cielo durante el día: no podemos ver las estrellas porque la luz de una estrella más brillante, el Sol, lo impide, y no porque verdaderamente no estén ahí. Otro aspecto que notó Goethe es que, si miramos los barrotes de una ventana durante la mañana y, después, miramos hacia una zona oscura de la habitación, seguiremos viendo la silueta de los barrotes durante algún tiempo. Claramente hablaba, sin saberlo, del proceso de recuperación y adaptación de la rodopsina (proteína presente en los bastones de la retina) (Mondragon, 2019).

La visión del color es un proceso neurológico, que ocurre en nuestro cerebro, y que depende de una comparación de las respuestas de por lo menos dos, aunque normalmente son tres fotorreceptores diferentes, desde el punto de vista de su sensibilidad espectral, localizados en nuestra retina y que se denominan conos. El cerebro usa estos conos para detectar cambios cromáticos y acromáticos (Montés Mico, 2011).

El ojo humano puede percibir alrededor de 8.000 colores y matices en un único nivel de luminancia, mientras que en todos los niveles en los que la visión de los conos es óptima este valor puede alcanzar los 8-10 millones de matices. Sin embargo, la visión de colores no depende únicamente de las propiedades de los objetos si no que puede verse afectada por la absorción de las radiaciones espectrales por los fopigmentos visuales y por el complejo circuito neuronal entre el ojo y el cerebro por ser un estímulo psicofísico. La visión cromática se produce por los estímulos de los conos en parte visión fopica y mesopica mientras que permanece ausente en la visión escopica (Martín & Vecilla, 2018).

Además de los conos, existen otro tipo de fotorreceptor presentes en la retina los bastones y cumplen funciones diferentes. Los bastones solo son sensibles en niveles de luz muy bajos, típicamente de noche o en un ambiente de luz muy tenue (Montés Mico, 2011).

Los conos son los responsables de la luz diurna o en colores la visión fopica. Tienen una respuesta cuatro veces más rápida que los bastones, cuando son estimulados por la luz. La característica principal de los conos es su capacidad de captar el color. Los bastones están a cargo de la visión de la noche y la oscuridad o visión escopica son mucho más sensibles que los conos a la intensidad luminosa,

por lo que aportan a la visión del color aspectos como la saturación y el matiz (Guzmán, et al., 2015).

En 1802 el científico Thomas Young habla acerca de cómo se codifica la información de colores en un número específico de conos insinuando el rojo, verde y azul, esto fue descrito como teoría tricromática. Todos los individuos con visión de color normal son denominados tricromatas ya que tienen la capacidad de percibir la aleación de colores primarios.

En su teoría tricromática, propone que la percepción del color, es el resultado de la acción conjunta de tres mecanismos, ubicados en el ojo humano a manera de filtros, que transmiten por el nervio óptico información al cerebro, de lo que percibe y que poseen diferentes sensibilidades espectrales según los estímulos lumínicos. Este descubrimiento abrió paso para que años después se inicien nuevas investigaciones acerca de la teoría tricromática, visión de colores, retina capa de fotorreceptores: los fotorreceptores de la retina están compuestos por conos y bastones, estos fotorreceptores fueron descritos en el año de 1866 por Max Schultze (Foster, 2019).

Max Schultze propuso por primera vez la teoría de la visión dúplex, que los ojos de los vertebrados tienen dos tipos de células fotorreceptoras con diferente sensibilidad: varillas para luz tenue y conos para luz brillante y detección de color. Ahora sabemos que esta división es fundamental no solo para los fotorreceptores en sí, sino para todo el procesamiento retiniano y visual. Pero, ¿por qué las varillas son más sensibles y cómo evolucionó por primera vez la retina dúplex? Las células que se parecen a los conos son muy antiguas, apareciendo por primera vez entre los cnidarios La aparición de varillas fue un paso clave en la evolución del ojo vertebrado. Muchas proteínas de transducción tienen diferentes isoformas en bastones y conos, y otras se expresan en diferentes niveles, (Norianne, Alapakkam, & Gordon, 2016).

La visión de los colores en las personas postula la existencia de tres clases de conos, cada uno de ellos con un fotorreceptor diferente y sensibilidad máxima a uno de los tres colores primarios con la sensibilidad de un color determinada según la frecuencia relativa de los impulsos de cada uno de estos sistemas de conos (Penilla & Vicario, 2015, p. 10) .

La percepción visual del color involucra las células cónicas en la retina. Estas células fotosensibles reaccionan a la luz reflejada por los objetos. Hay tres tipos de células cónicas con diferentes sensibilidades: conos S, Conos M y conos L, que son

sensibles a pequeños, medianos y grandes longitudes de onda de luz, respectivamente. Estos tres tipos de conos funcionan bien para un individuo sin deficiencia de visión de color, y se llama un tricromata (Ribeiro & Gomes, 2019).

No solo la presencia de tres receptores como diferentes contribuye a nuestra percepción del color, sino también el número relativo entre ellos y su distribución a lo largo de la retina. Los distintos conos están distribuidos más o menos aleatoriamente sobre la retina, haciendo que nuestra habilidad de percibir colores diferentes sea prácticamente constante a través del campo visual (Dimieri, 2015).

Dentro del globo ocular existe un proceso denominado transducción visual esto quiere decir que existe un proceso químico y fisiológico que hace posible la percepción cromática en los seres vivos. Vamos a ver las diferentes etapas y varios conceptos de su desarrollo.

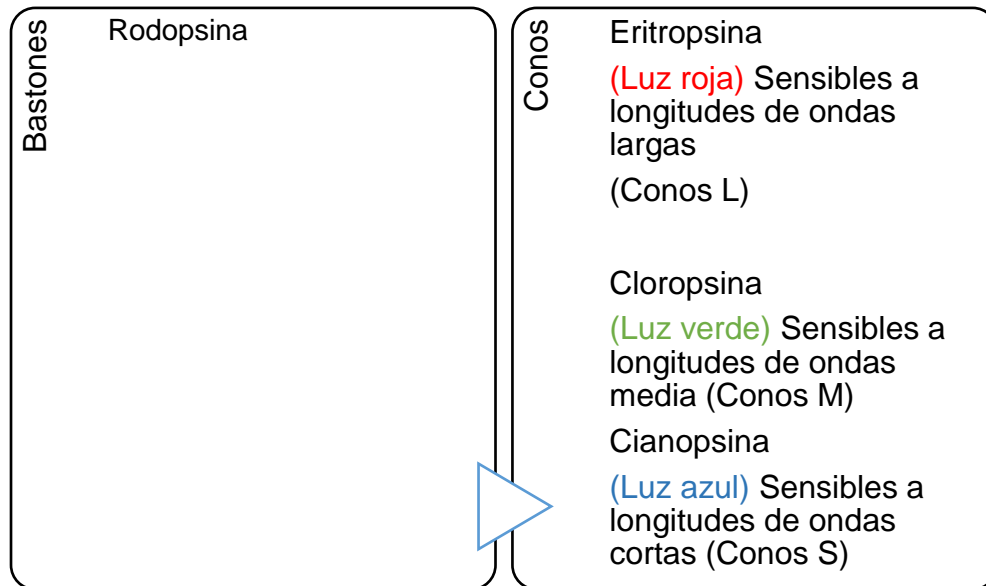
Hace poco más de 100 años, los fisiólogos alemanes Boll (1877) y Kuhne (1879) observaron que la retina aislada del sapo cambiaba rápidamente de color rojo a amarillo al ser expuesta a la luz, siendo más lento el retorno al color original. El pigmento rojo, denominado más tarde púrpura visual o rodopsina, se regeneró al colocar la retina en la oscuridad y en contacto con el epitelio pigmentado de la retina, pero no en su ausencia. Al relacionar estos cambios de color con el proceso visual, Boll y Kuhne sentaron las bases para el análisis químico de la visión (Bahena & Arias, 1999).

Los pigmentos visuales (rodopsina y conopsina en los bastones y los conos, respectivamente) son compuestos formados por una pequeña molécula que absorbe la luz, unida covalentemente a una proteína transmembranal mucho mayor. La rodopsina, el pigmento visual más estudiado, absorbe la luz principalmente en 1a longitud de onda de 500 a 550 nm (amarilla), transmite el violeta y el rojo por lo que tiene una apariencia púrpura, y está formada por la proteína opsina (con peso molecular de 41 000 daltones) y un carotenoide denominado retinal (aldehído de la vitamina A). Uno de los extremos de la opsina, la región amino terminal, se encuentra orientado hacia la parte interna de los discos membranales de los fotorreceptores y tiene unidas dos cadenas cortas (Bahena & Arias, 1999).

El proceso de transducción visual se lleva a cabo en el segmento externo de los Fotorreceptores. Un fotopigmento absorbe a luz, lo cual marca el inicio de la producción de un potencial receptor. Los fotopigmentos, son proteínas coloreadas



que, según se explica más adelante, cumplen la decisiva misión de proporcionar energía para el funcionamiento de los fotorreceptores (Guyton & Hall, 2011).



**Figura2.** Descripción de la composición de conos y bastones

Fuente: Guyton y Hall (2011)

En el ciclo visual la rodopsina-retinal y excitación de los bastones La rodopsina y su descomposición por la energía lumínica. El segmento externo de los bastones que se extiende hacia la capa pigmentaria de la retina presenta una concentración aproximada del 40% del pigmento sensible a la luz llamado rodopsina, o púrpura visual. Esta sustancia es una combinación de la proteína escotopsina y el pigmento carotenoide retinal también llamado retinenol. Además, el retinal es de un tipo especial denominado 11-cis-retinal, resulta importante porque sólo él puede unirse a la escotopsina para sintetizar rodopsina (Guyton & Hall, 2011).

Cuando la rodopsina absorbe la energía lumínica, empieza a descomponerse en una fracción muy pequeña de segundo. El origen de este hecho radica en la foto activación de los electrones situados en la porción retinal de esta sustancia, que desemboca en la transformación instantánea de la forma cis del retinal en una forma todo-cis-retinal, que aún conserva la misma estructura química que la forma cis pero presenta una estructura física diferente: es una molécula recta en vez de plegada. Como la orientación tridimensional de los lugares reactivos en el todo-transretinal deja de coincidir con la orientación correspondiente en la proteína escotopsina, el todo-transretinal empieza a soltarse de ella. El producto inmediato es la batorrodopsina, que representa una combinación parcialmente disociada del todo-transretinal y la escotopsina. La batorrodopsina resulta sumamente inestable y se degrada en

cuestión de nanosegundos en lumirrodopsina. Después de unos microsegundos, esta se descompone en metarrodopsina I (Guyton & Hall, 2011).

Esta investigación titulada: alteraciones en la percepción del color, dice que existen tres tipos de conos (C=Longitud de onda corta, A= Color Azul) Sensible a longitudes de onda del rango de los 420 nm, lo que permite la recepción del color azul (I= Longitud de onda intermedia, V= Color verde), sensible a longitudes de onda del orden de los 531 nm, lo que permite la recepción del color verde (L = Longitud de onda larga, R= Color rojo ), sensible a longitudes de onda del orden de los 558 nm, que permite capturar la tonalidad roja (Domínguez, 2015).

Deficiencia de la percepción cromática: en una persona con visión cromática normal vemos que relaciona y define colores en función de su equivalencia con una mezcla tricromática. Las personas pueden demorar unos de otros en su capacidad para distinguir el color, esto muestra distintas habilidades sin cambiar las diferencias en la sensibilidad entre la probabilidad de discriminaciones.

Las personas que no son capaces de distinguir colores fácilmente son consideradas como anómalos dentro de la visión cromática. Estas pueden presentarse al momento del nacimiento anomalías congénitas o con el transcurso de los años adquiridas por alteraciones cromáticas o inclusive anomalías del nervio óptico.

Los defectos o alteraciones de la visión cromática han sido clasificados a lo largo del siglo XX, aunque las primeras referencias datan del siglo XVIII con diferentes teorías entre la que destacan la propuesta por John Dalton (1766-1844). La importancia del aporte de este científico determino que su nombre haya quedado unido a la clasificación de las alteraciones cromáticas, identificándose un sujeto daltónico como aquel que no ve bien los colores (Martín & Vecilla, 2018).

Dentro de las alteraciones al color más conocida está el daltonismo como se venía mencionando es una confusión de colores. Los daltónicos no distinguen bien los colores debido al fallo de los genes encargados de producir los pigmentos de los conos. Así, dependiendo del pigmento defectuoso, la persona confundirá unos colores con otros, de aquí salen los distintos tipos de daltonismo (Moreno & Sánchez, 2016).

La investigación realizada en India, denominada: prevalencia de defectos en la visión del color rojo-verde entre hombres y mujeres musulmanes de Manipur, habla que la deficiencia congénita del color es un rasgo recesivo hereditario. La alteración

de la visión del color, en el caso del daltonismo rojo-verde, está genéticamente determinada por la herencia recesiva ligada al cromosoma X y, por lo tanto, ocurre en los hombres, pero se transmite a través de la mujer y aproximadamente el 8.0% de todas las mujeres son sus portadoras.

Las alteraciones genéticas que provocan modificaciones en los pigmentos se denominan de acuerdo al tipo de cono envuelto (L, M, S → protos, deuterios, tritos) y a la severidad (anomalía o anopía); así, la deuteranomalía es la anomalía en la percepción provocada por unas deficiencias en el pigmento M, la protanopía es la ausencia de pigmento L. Los genes que codifican los pigmentos para los conos S y los bastones no tienen nada en particular, pero los que codifican los pigmentos para los M y L están juntos, uno después del otro en el cromosoma X. Para peor, estos dos genes tienen solamente 15 puntos (codones) diferentes, de los cuales solo 7 parecen estar envueltos en la transducción de la luz. Esto hace, en primer lugar, que la proporción de alteraciones sea muy común, pero por otro, que así resulte sólo en la población masculina, que, en una proporción aproximada al 8% (uno de cada 12 individuos) confunden en algún grado los colores en el rango de los conos M y L, es decir rojo – verde (Sotil & Calvo, 2015).

Las alteraciones de alguno o de todos los receptores producen anomalías o falta de visión de los colores. Las alteraciones del color se clasifican en dos, visión monocromática y dicromatopsia. La visión monocromática se da en las personas en cuyas retinas sólo existe un tipo de pigmento dentro de este grupo se distinguen los acrómatas y monocrómatas. Los acrómatas son aquellos sujetos que sólo poseen bastones en la retina y es la alteración más grave de la visión del color, pues no hay percepción del mismo. Los monocrómatas sólo poseen uno de los tres tipos de conos, por lo que sólo ven su intensidad; este tipo de alteración es poco frecuente, ocurre en aproximadamente uno de cada 30.000 sujetos (Contreras, García, & Calvo, 2014).

Una persona que tenga solo un tipo de conos (monocromatismo), no podrá distinguir los colores propiamente dichos. Puede llegar a clasificarlos, pero solamente gracias a la diferencia de brillo entre uno y otro. De este modo, las longitudes de onda cercanas a 500 nm parecen más brillantes que las que se encuentran cercanas a los 600 nm, que parecen más oscuras o tenues (Coria, 2015).

La persona con visión dicromática, posee dos tipos de conos (dicromatismo) y por lo tanto, dos fotopigmentos de conos con diferente sensibilidad espectral. Aunque estos fotopigmentos de los conos poseen el máximo de absorción para diferentes

longitudes de onda, parte de sus curvas de sensibilidad espectral están solapadas (Coria, 2015).

Según la real academia española se define alteración del color como “la sensación producida por los rayos luminosos que impresionan los órganos visuales y que depende de la longitud de onda”. La visión del color o visión cromática es, por tanto, un atributo sensorial de la visión, que proporciona una apreciación de diferencias en la composición de las longitudes de onda de la luz que estimulan la retina. De este modo, cuando percibimos un objeto de color, lo que vemos es la parte del espectro de luz que el objeto refleja o emite (Bonafé, 2019).

Las deficiencias del color más frecuentes son las dicromatopsias, las cuales se caracterizan por ser hereditarias, y en las que el individuo sólo posee combinaciones de dos tipos de receptores, dando como resultado confusión o error en la discriminación de (Contreras, García, & Calvo, 2014).

Clasificación de anomalías congénitas			
Nombre	Conducta	Tipo	Deficiencia
Protanomalia	Tricromata anormal	Protán	Rojo - Verde
Deuteranomalia	Tricromata anormal	Deután	Rojo - Verde
Tritanomalia	Tricromata anormal	Tritán	Amarillo - Azul
Protanopía	Dicromata	Protán	Rojo - Verde
Deuteranopía	Dicromata	Deután	Rojo - Verde
Tritanopia	Dicromata	Tritán	Amarillo - Azul
Tetranopía	Dicromata	Tritán	Amarillo - Azul
Acromatopsia	Monocromata		Rojo – Verde Amarillo - Azul

**Cuadro1.** Interpretación de conducta, tipo y deficiencia

Fuente: (Sotil & Calvo, 2015)

Existen alteraciones denominadas discromasias se presentan en los conos en la cual el individuo carece de algún tipo de cono, esto significa que tiene percepción por dos colores primarios, se clasifican en: Tritanopia, deuteronomio, tretanopia.

Las deficiencias del color se presentan por diferentes fallos, por ejemplo: rojo-verde los defectos rojo verde se subdividen a su vez en dos grandes grupos que presentan diferencias cualitativas, son llamadas deficiencias protán y deután, las que a su vez presentan variantes. Una de ellas caracterizada por una disminución en la



capacidad de discriminación rojo-verde menos acusada y denominadas respectivamente protanomalia y deuteranomalia (Ezpeleta, 2018).

A estas deficiencias relacionadas al amarillo- azul se les conoce por ser mucho menos frecuentes que las anteriores, se engloban dentro del grupo general denominado tritán y presentan a su vez dos grados distintos. Uno dentro del tricromatismo anormal denominado tritanomalia y otro dentro del dicromatismo denominado tritanopia (Ezpeleta, 2018).

Únicamente las acromatopsias son conocidas como una forma más extrema en la disminución de la capacidad de discriminación cromática. Se trata de observadores monocrómatas y a los que solo les es posible una discriminación acromática, la de claro-oscuro. Para ellos es evidente que todo el espectro es una zona neutral, estando el máximo de sensibilidad espectral muy desviado hacia las cortas longitudes de onda en el caso de acromatopsias congénitas (Ezpeleta, 2018).

Las deficiencias adquiridas pueden afectar de la misma manera a hombres y mujeres estas pueden ser monoculares y binoculares. Puede deberse a enfermedades de tipo infeccioso (sífilis) o no infeccioso, como pueden ser las cataratas, el glaucoma o la degeneración macular, así como también por neurotóxicos que inhiben directamente el sistema nervioso central (Arteaga, 2019).

Las anomalías congénitas en su gran parte no presentan otro tipo de complicaciones pues están no suelen afectar otras capas del globo ocular o su capacidad visual, caso contrario con las anomalías adquiridas pues casi siempre estas presentan alteraciones en sus estructuras aledañas viéndose afectada así mismo la agudeza visual. La mayoría de los pacientes atendidos confundieron los colores, en los test que se realizó, los diagnósticos no fueron graves, solamente presentaron alteraciones leves. Existen muchas pruebas para diagnosticar alteraciones en la percepción cromática mismas que se han modificado con el paso de los años.

Según Murray (1943) consideraba que el origen de los test de visión del color respondía a un triple aspecto histórico: el descubrimiento de casos aislados de ceguera al color, la introducción de nuevas teorías e hipotéticos tipos de defectos y la presión causada por emergencias tales como accidentes de ferrocarril, guerras, utilización masiva del color por la industria, la necesidad de diagnosticar enfermedades oculares o para el estudio genético (Ezpeleta, 2018).

Alteraciones del color asociadas a factores, las alteraciones de la percepción cromática pueden estar asociados a varios factores estos pueden ser externos o internos como el medio ambiente o factores químicos, medicamentos o enfermedades, vamos a hablar acerca de la incidencia y prevalencia dentro de algunos de estos factores.

En Irán se realizó una investigación denominada: prevalencia de deficiencia de visión de color entre soldadores de arco en la cual, la prevalencia de discromatopsia entre los soldadores fue del 15%, que fue estadísticamente mayor que la del grupo sin soldador 2%. Entre los soldadores con discromatopsia, la deficiencia de la visión del color en el 72.7% de los casos fue monocular. Hubo una relación positiva entre la duración del empleo y la pérdida de visión del color. Del mismo modo, se encontró una correlación significativa entre la prevalencia de la deficiencia de la visión del color y las horas de trabajo promedio de soldadura al día (Monireh, 2017).

La deficiencia de la dopamina son múltiples mecanismos fisiológicos dependen de la dopamina también tiene un papel trófico múltiple en el funcionamiento retinal, sobrevivencia celular y crecimiento ocular. La salud de las neuronas dopaminérgicas depende que reciban señales de luz. Una reducción en la dopamina retinal, como ocurre en los pacientes con enfermedad de Parkinson, causa una disminución en la sensibilidad al contraste (Arteaga, 2019).

El consumo de sustancia psicoactivas con mayor índice el alcohol y la exposición a químicos industriales como fungicida utilizado en plantaciones donde trabajan los pacientes participantes en este estudio, causa alteraciones en la visión cromática, además se evidenció varias alteraciones en el segmento anterior ya que la mayoría de pacientes presentó pterigium, pingüecula, ojo seco, hiperemia y conjuntivitis (Arteaga, 2019).

La medicación de ciertos fármacos puede producir un defecto en la visión de colores que, aunque es de forma temporal, puede traer serias consecuencias, cabe resaltar que los tratamientos con medicación que afecta a la visión de los colores combaten problemas del corazón como arritmias (caso de la digoxina y digitoxina), problemas de función eréctil (caso del viagra), artritis reumatoide (caso de la cloroquina), tuberculosis (caso de ethambutol), epilepsias, convulsiones, malaria (caso de la cloroquina). El efecto tóxico de tales fármacos produce estas alteraciones que generan debilidad de la visión de los colores rojo-verde, acompañada de la disminución de la agudeza visual y una menor habilidad para la discriminación de los

colores amarillo-azul. Si la intoxicación prosigue, se llegará incluso a la ceguera cromática (Alcalde, 2015).

Los niños con deficiencia de la visión del color pueden tener un bajo rendimiento en las pruebas o tareas que emplean materiales codificados por colores. Si el estudiante y sus padres desconocen el problema, esos estudiantes pueden tener dificultades en clase, lo que lleva a los maestros a agruparlos en el camino académico equivocado en la escuela. Según el Dr. Varma, los niños con daltonismo pueden beneficiarse de diferentes tipos de planes de lecciones o tareas para demostrar su comprensión de los conceptos a pesar de su incapacidad para ver los colores correctamente (Dang, 2017).

Aunque realmente el porcentaje de alteraciones en la percepción cromática a nivel mundial no es muy alto ya sea por falta de estudios o interés. A pesar de que este ocasiona dificultades para distinguir los colores no parece ser un impedimento total a nivel ocular, se sabe que el daltonismo está relacionado a la genética u otras enfermedades que hayan causado daño en el sistema neurológico como Parkinson, glaucoma, alzheimer o alguna o pacificación ocular.

Se sabe que la enfermedad de Parkinson es un desorden neurodegenerativo progresivo provocado por un déficit de dopamina que desencadena importantes alteraciones motoras y no motoras. Dentro de estas, un considerable grupo constituye motivo de interés para el neurooftalmólogo. La enfermedad ha sido siempre más reconocida por sus alteraciones motoras. El objetivo fundamental de esta revisión es hacer énfasis en el diagnóstico de las afectaciones visuales en la enfermedad de Parkinson y de esta forma mejorar en lo posible la calidad de vida de los pacientes (Rodríguez, y otros, 2013).

Según el investigador Postuma y otros plantean que el déficit de la visión de color empeora con la presencia de trastornos relacionados con el sueño precursores de la enfermedad de Parkinson. En la enfermedad de Parkinson se dañan todas las vías, pero suele ser más marcado en el eje rojo-verde. Este patrón es contrario a la afectación típica por la edad u otras enfermedades como el glaucoma y algunas maculopatías donde predomina el eje azul-amarillo. El daño del eje rojo-verde se asocia además al empeoramiento de los síntomas motores (Rodríguez, y otros, 2013).

En caso de que una persona presente la enfermedad de Parkinson el error en las diferentes pruebas del color sería relevante ya que estas alteraciones se manifiestan de forma significativa, se podría decir que las alteraciones encontradas

en este estudio no están relacionadas a la enfermedad mencionada ya que esta es poco frecuente en niños y adolescentes por lo general se presenta en adultos mayores.

Se dice que el glaucoma es una enfermedad que daña el nervio óptico del ojo. Generalmente se produce cuando se acumula fluido en la parte delantera del ojo. El exceso de fluido aumenta la presión en el ojo y daña el nervio óptico. El glaucoma es la causa principal de ceguera en personas mayores de 60 años. Frecuentemente, la ceguera debida al glaucoma puede prevenirse si se trata en forma precoz (Kierstand, 2020).

Debido a la opacificación de los medios refringentes se cree que el glaucoma afecta a la visión de colores provocando así un contraste diferente a los objetos. En pacientes de glaucoma, la reducción en la actividad parasimpática causa una reducción del flujo sanguíneo en la capa coroidea, conduciendo a una isquemia retiniana. Los fotorreceptores son dañados y esto conlleva una pérdida de campo visual. Los investigadores han encontrado en pacientes con glaucoma que el flujo sanguíneo está reducido en la lámina cribosa y anillo neuroretiniano temporal (Garrido, 2011).

La población con demencia por lo general es menos probable que pueda describir sus problemas visuales con eficacia y es más probable experimentar y tolerar el déficit. Por lo tanto, es importante que los presentes problemas visuales deben ser investigados y detectado por el especialista y los debidos factores oculares de corrección. Además, es importante señalar la atención de los problemas de los cuidadores, la visión del paciente que no se puede corregir, como problemas oculomotores, defectos del campo, o problemas con la visión del color. Como consecuencia de dicha información, los cuidadores pueden hacer adaptaciones para estos problemas, por ejemplo, mediante el uso cuidadoso de los colores o en la colocación de objetos (Moncayo, 2015).

Una de las enfermedades que también complica la visión de colores es la Esclerosis Múltiple: asociada a pérdida de visión cromática rojo-verde y azul-amarillo en ausencia de palidez del disco óptico o agudeza visual reducida. Otras enfermedades como la diabetes también pueden ser significativas al momento de realizar una prueba de visión de colores. Las alteraciones metabólicas por un aumento crónico de los niveles de glucosa en sangre producen degeneración capilar, hipoxia y muerte de las células de la retina. El papel de la hipoxia en los cambios de

la visión cromática ha sido confirmado por Dean, que demuestra que las deficiencias del color en diabéticos con retinopatía pueden ser revertidos por la inhalación de oxígeno (Moncayo, 2015).

Es importante que el público que participa en las distintas investigaciones de alteraciones en la percepción cromática, no presente ninguna de estas enfermedades o discapacidad intelectual ya que el resulta no es el mismo el margen de error es mayor y las probabilidades de presentar buenos resultados es menor, para esta investigación se analizó el registro que lleva la institución de cada estudiante que procurando que ninguno presente alguna enfermedad que distorsione el diagnóstico.

Ningún participante manifestó consumir algún tipo de medicamento, sustancia psicotrópica o padecer enfermedad catastrófica. Las incidencias en la alteración a la percepción cromática, se vinculó que están sujetas a factores genéticos hereditarios, en el caso del género masculino se sostuvo las teorías que vinculan directamente al cromosoma x. Con el aumento de la tecnología se creería que tal vez ese podría ser el problema que cause la afección, o quizá la cantidad de ametropías sin corregir que llegan a presentar en zonas rurales donde el acceso a la salud resulta más limitado, la falta de información y los recursos económicos no resultan favorables.

Se analizaron los resultados obtenidos mediante la valoración de los diferentes test Ishihara y Farnsworth, el test de ishihara consiste en presentar láminas de colores para la detección de algún tipo de deficiencia a la visión del color. Farnsworth un test de ordenación esta prueba consiste en presentar al paciente una serie de piezas de diferentes colores para que los ordene en función de su similitud cromática (Alcalde, 2015).

Se dispone de varios métodos para evaluar la visión cromática, siendo el más utilizado las láminas pseudoisocromáticas de Ishihara. Consiste en una serie de 38 láminas, donde cada una posee puntos coloreados de tamaño e intensidad variable que delimitan números o líneas que el ojo normal distingue, pero el patológico no, ya que los ve del mismo color. En los niños y analfabetos se solicita acompañar con un pincel la trayectoria dibujada. Este test permite determinar si el individuo posee discromatopsia (Sotil & Calvo, 2015)

Test de ishihara: utilizado en el diagnóstico de alteraciones en la percepción cromática este test es de gran importancia para conocer la clasificación de alteraciones en la visión del color, este fue diseñado por el Dr. Shinoubu Ishihara en el año de 1917. La prueba consiste en cartillas con puntos de colores en el cual se

puede reconocer y diferenciar números y caminos. A nivel mundial se ha reconocido su efectividad. Para poder desarrollar esta prueba en el paciente se necesita cumplir ciertos parámetros como una iluminación adecuada al ambiente.

Este test consta de láminas pseudoisocromáticas que debido a su principio de confusión se basa en números diversos en los cuales se confunden los tonos con el fondo. En si consiste en una matriz de puntos dispuestos de tal modo que representan un número o una línea que pueden identificarse o seguirse los números que conforman los puntos son visibles por las personas sin alteraciones en el eje rojo-verde mientras que se confunden con los colores adyacentes en los pacientes con deficiencias en dichos ejes (Carrera, 2018).

Las placas están diseñadas para ser apreciadas correctamente en una habitación que está bien iluminada por la luz del día. La introducción de la luz solar directa o el uso de luz eléctrica puede producir cierta discrepancia en los resultados debido a una alteración en la apariencia de los tonos de color, cuando sea conveniente usar solo luz eléctrica, debe ajustarse lo más posible para que se parezca al efecto de la luz natural.

Las placas se sostienen 75 cm del sujeto e inclinado para que el plano del papel esté en ángulo recto con la línea de visión. La posición correcta de cada placa está indicada por el número que está impreso en la parte posterior de la placa. Se indican los números que se ven en las placas 1 a 25, y cada respuesta debe darse sin más de tres segundos de retraso. Si no puede leer los números, se usan las placas 26-38 y las líneas de bobinado entre las dos x se trazan con el pincel. Cada rastreo debe completarse dentro de diez segundos.

No es necesario en todos los casos utilizar toda la serie de placas. Las placas 22, 23, 24 y 25 pueden omitirse si la prueba está diseñada simplemente para separar los defectos de color de aquellos con una apreciación normal del color. En un examen extenso de seis placas solamente No.1, una de No.2,3,4,5 una de No.6,7,8,9 una de No.10,11,12,13, una de No. 14,15,16,17, y uno de los números 18,19,20,21. Puede ser necesario variar el orden de las placas si se sospecha que existe un engaño deliberado por parte del sujeto.

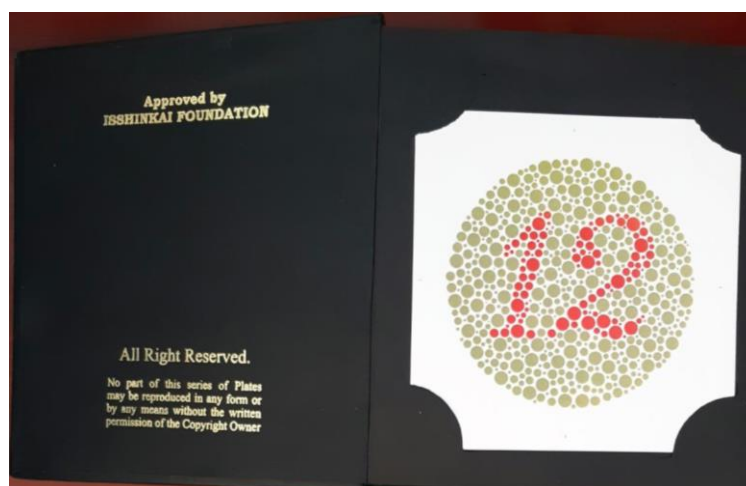
Como la evaluación de las lecturas de las placas 1 a 21 determina la normalidad o el defecto de la visión del color. Si se leen normalmente 17 o más placas, la visión de color se considera deficiente. Sin embargo, en referencia a las placas 18, 19, 20 y 21, solo aquellos que leen los números 5, 2, 45 y 73 y los leen más fácilmente

que los de las placas 14, 10, 13 y 17 se consideran anormales. Es raro encontrar una persona cuya grabación de respuesta normal se encuentre entre 14-16 platos. Una evaluación de tal caso requiere el uso de otras pruebas de visión en color, incluido el anomaloscopio.

Es importante que siempre el examinador interactúe con el paciente para mayor seguridad de que la evaluación está siendo comprendida por el paciente, implementara el uso de los test de visión al color en las consultas diarias ayudaría a conocer que tan alta es la incidencia en el mundo. La marca x muestra que la placa no se puede leer, el espacio en blanco denota que la lectura es indefinida. Los números entre paréntesis muestran que pueden leerse, pero pueden leerse, pero son relativamente poco claros.

Actualmente uno de los test más usados es el de Ishihara. Existen dos variantes a la hora de realizar el mencionado test, esto depende de si las personas que lo realizan conocen o no los números. Para personas mayores se suele hacer con números incrustados en puntos de colores, mientras que para niños pequeños se sustituyen dichos números por caminos de color entre dos puntos determinados. En nuestro caso se ha utilizado la versión numérica.

Estas láminas están estudiadas para ser utilizadas en una habitación con luz natural adecuada, si se utiliza luz solar directa o eléctrica, puede producir una discrepancia en los resultados. Las láminas deben situarse a una distancia de 75 centímetros aproximadamente y se encuentra perpendicular al eje visual. Cada lámina debe ser resuelta por el paciente en 3 segundos.



**Figura3:** Test de Ishihara

**Cuadro2.** Interpretación de resultados de Ishihara

<u>Número de placa</u>	<u>Persona normal</u>	<u>Persona con deficiencia rojo-verde.</u>		<u>Persona con total ceguera de colores y debilidad</u>	
<u>1</u>	<u>12</u>	<u>12</u>		<u>12</u>	
<u>2</u>	<u>8</u>	<u>3</u>		<u>X</u>	
<u>3</u>	<u>6</u>	<u>5</u>		<u>X</u>	
<u>4</u>	<u>29</u>	<u>70</u>		<u>X</u>	
<u>5</u>	<u>57</u>	<u>35</u>		<u>X</u>	
<u>6</u>	<u>5</u>	<u>2</u>		<u>X</u>	
<u>7</u>	<u>3</u>	<u>5</u>		<u>X</u>	
<u>8</u>	<u>15</u>	<u>17</u>		<u>X</u>	
<u>9</u>	<u>74</u>	<u>21</u>		<u>X</u>	
<u>10</u>	<u>2</u>	<u>x</u>		<u>X</u>	
<u>11</u>	<u>6</u>	<u>x</u>		<u>X</u>	
<u>12</u>	<u>97</u>	<u>x</u>		<u>X</u>	
<u>13</u>	<u>45</u>	<u>x</u>		<u>X</u>	
<u>14</u>	<u>5</u>	<u>x</u>		<u>X</u>	
<u>15</u>	<u>7</u>	<u>x</u>		<u>X</u>	
<u>16</u>	<u>16</u>	<u>x</u>		<u>X</u>	
<u>17</u>	<u>73</u>	<u>x</u>		<u>X</u>	
<u>18</u>	<u>x</u>	<u>5</u>		<u>X</u>	
<u>19</u>	<u>x</u>	<u>2</u>		<u>X</u>	
<u>20</u>	<u>x</u>	<u>45</u>		<u>X</u>	
<u>21</u>	<u>x</u>	<u>73</u>		<u>X</u>	
		<u>Protan</u>		<u>Deutan</u>	
<u>22</u>	<u>26</u>	<u>6</u>	<u>(2)6</u>	<u>2</u>	<u>2(6)</u>
<u>23</u>	<u>42</u>	<u>2</u>	<u>(4)2</u>	<u>4</u>	<u>4(2)</u>
<u>24</u>	<u>35</u>	<u>5</u>	<u>(3)5</u>	<u>3</u>	<u>3(5)</u>
<u>25</u>	<u>96</u>	<u>6</u>	<u>(9)6</u>	<u>9</u>	<u>9(6)</u>

Fuente: (Professional medicals products, 2012)



Test de farnsworth: fue creado por Dean Farnsworth en el año de 1943 modificado por el mismo en el año 1947 el objetivo principal es detectar anomalías en la percepción cromática siendo así un test más confiable al momento de emitir un diagnóstico.

El test 100-hue de fansworth-munsell está constituido por ocho capsulas de referencia y ochenta y cinco capsulas para ser manipuladas, coloreadas de forma que entre los colores vecinos existe una variación aproximadamente constante en su tono pero manteniendo iguales sus claridades y saturaciones por tanto, los colores que forman el test se distribuyen en circunferencia en el sistema munsell (Ezpeleta, 2018).



**Figura4:** Test de Farnsworth

Fuente: Irma Lisbeth Padilla Viveros

La prueba de hue farnsworth-munsell ofrece un método simple para probar la discriminación de color, produce datos que pueden aplicarse a muchos problemas psicológicos e industriales en la visión del color. Sus usos principales son: separar a las personas con visión normal del color en clases de discriminación de color superior, media y baja, medir las zonas de confusión de personas con defectos al color.

Dado que esta prueba está diseñada para medir una aptitud psicológica particular, no debe esperarse que las puntuaciones se correlacionen directamente con otras pruebas para la visión del color. Las placas pseudoisocromáticas, las linternas de visión en color, los anomaloscopios y los colorímetros aíslan ciertos factores de deficiencia de color, pero no miden la discriminación general del color directamente como lo hace la prueba hue farnsworth.

Este test incluye un total de noventa y tres colores montados en tapas de plástico, alojados en cuatro cajas separadas. Cada caja consta de dos paneles con bisagras que contienen una cuarta parte de las ochenta y cinco tapas de color extraíbles numeradas. (Se repiten dos tapas y se fijan como colores piloto en cada extremo de un panel en cada caso, lo que hace un total de noventa y tres tapas).

Es aconsejable administrar el test monocularmente si se sospecha la presencia de una alteración adquirida de la visión del color, ya que estas alteraciones pueden no afectar a ambos ojos o no hacerlo de igual modo, se realiza el test a una distancia de 50cm, en un ambiente de luz natural. Para ello se dispondrá de todo el tiempo que necesite, ya que la precisión de la respuesta es más importante que la velocidad, una persona sin alteración al color realizaría el test en dos minutos por bandeja, mientras que los sujetos con alteraciones en la visión del color necesitarían más tiempo (Fez, Luque, & Díaz, 2001).

Existen una gran variedad de pruebas que se utilizan para la evaluación de alteraciones a la visión del color como: Cambridge Color Test, Hardy-Rand-Rittler, Anomaloscopio, Pflüger Trident Colour Plates, Toothguide Training Box, Lanthony Desaturado D-15, Prueba de discriminación de color universal, Prueba de contraste de cono de Rabin.

La prueba de color de Cambridge proporciona un medio rápido para evaluar a los sujetos en busca de deficiencias en la visión de los colores; pero también se puede utilizar para examinar con más detalle los cambios en la discriminación de color que ocurren como resultado de condiciones congénitas o adquiridas. Le permite al investigador monitorear cuantitativamente a lo largo del tiempo la progresión o remisión de la enfermedad. Muchos medicamentos afectan la visión del color y el farmacólogo encontrará que la prueba es adecuada para monitorear el curso a corto o largo plazo de tales efectos secundarios. La prueba determina elipses de discriminación en sujetos con deficiencia de color al sondear la sensibilidad cromática a lo largo de las líneas de confusión de color. Las elipses medidas en individuos con visión cromática incluso levemente anómala están característicamente orientadas y agrandadas (Cambridge research systems, 2018).

Las láminas pseudocromáticas de Hardy-Rand-Rittler HRR fueron desarrolladas por LeGrand Hardy, Gertrude Rand y Catherine Rittler como una consecuencia del trabajo del subcomité del consejo de color entre la sociedad sobre

el problema 11 de ISCC: estudios de la ceguera del color. Están diseñados para cumplir tres propósitos:

- 1) Como una prueba de detección para separar aquellos con visión de color defectuosa de aquellos con visión de color normal.
- 2) Como una prueba de diagnóstico cualitativa para clasificar el tipo de defecto de color (ya sea protán, deutan, tritan o tetartan)
- 3) Como una prueba de diagnóstico cuantitativo para indicar el grado del defecto (ya sea leve, medio o fuerte) (Bazán, 2018, p. 15).

El anomaloscopio se puede definir como un instrumento útil para distinguir una visión tricrómata normal de una deficiencia rojo-verde. Esto se consigue a través del valor necesario para igualar un espectro amarillo con una mezcla de longitudes de onda rojo-verde. Estas pruebas requieren un equipamiento complicado y suelen utilizarse de manera experimental en trabajos de investigación básica para realizar el diagnóstico definitivo del tipo y grado de alteración cromática. Como nombre genérico se conoce como anomaloscopios y los resultados se representan en forma de ecuaciones. Su utilización en la clínica no está muy difundida por su complejidad y dificultad de realización (Melcón, Gallego, & Martín, 2004).

La prueba de contraste de cono de Rabin es un test desarrollado para determinar la sensibilidad al contraste del color para cada eje, siendo capaz de clasificar el tipo de discromatopsia del paciente. El test se realiza por ordenador y presenta letras coloreadas; progresivamente disminuye el contraste respecto al fondo hasta determinar el umbral para el reconocimiento de dichas letras. En su realización, aparece una letra en el centro de la pantalla y el paciente debe reconocerla y nombrarla en voz alta. Se realiza de forma monocular y el software incorpora un sistema de procesamiento de voz, de forma que pasa a la siguiente en caso de detectar una respuesta correcta. En caso de no verse una letra el paciente debe decir la palabra "no". El test se compone de 20 letras, cada una de las cuales se presenta durante 1-1,6 s (la duración aumenta conforme disminuye el contraste). Todas las letras tienen la misma legibilidad, pertenecen al test Bailey-Lovie ETDRS para agudeza visual y siguen las normas impuestas por la British Standards Institution<sup>24</sup>. Una vez realizado el test, se obtiene una puntuación de 0- 100, siendo 100 la máxima sensibilidad. El proceso dura unos 3 min por ojo. (Fanlo Zarazaga, Gutiérrez Vázquez, & Pueyo Royo, 2018).

El tests de Pflüger Trident Colour Plates fue creado en 1980 como un complemento de la tabla de Velhagen está diseñado específicamente para evaluar niños, se pide a los pacientes que muestren cuando una parte del test se sostiene en la misma dirección que el objeto, se evaluarán defectos de color rojo-verde.

Aunque la prueba Lanthony Desaturated D-15 se puede utilizar para evaluar la discriminación de color fina, existe una considerable variabilidad dentro del sujeto en los resultados de la prueba. El coeficiente de correlación intraclase es menor que el recomendado para su uso en pruebas clínicas o investigación. Los médicos deben considerar al menos tres administraciones de la prueba en cada sesión para garantizar la precisión y recomendamos tomar la media de esas tres pruebas.

Una de las pruebas de disposición de colores más comunes es la prueba de visión cromática desaturada D-15 de Lanthony. Como su nombre lo indica, contiene 15 placas o discos de colores, que deben colocarse en el orden correcto codificado por colores. La persona que se está probando debe colocar los discos dentro de la bandeja para crear un continuo de tono que cambia gradualmente. Al igual que el Farnsworth D-15 , las placas o discos de color Lanthony desaturados D-15 están menos saturados. Esto dificulta la prueba de Lanthony Desaturated y puede detectar deficiencias más sutiles en la visión del color. Para obtener resultados precisos, la prueba de visión cromática desaturada D-15 de Lanthony debe administrarse en una cabina de observación que simule la luz natural lo más cerca posible (Colormax, 2013)

Para las consultas oftalmológicas y optométricas es necesario el uso del retinoscopio dentro de la salud visual, existen dos tipos de retinoscopios iluminados. El retinoscopio de franja este es el más utilizado, también existe el retinoscopio de punto que proyecta la luz en forma de cono. Para la presente investigación se utilizó el retinoscopio de franja. Con el retinoscopio podremos observar errores refractivos que nos otorgaran datos relevantes para los resultados de la investigación.

Este instrumento está conformado por varias partes: cabeza, fuente de luz, espejo, mando de enfoque, ayuda a cambiar la distancia entre la bombilla y la lente, mango que regula el ancho de la franja varia a medida que se sube o se baja el mango, batería.



**Figura5.** Retinoscopio

Fuente: Irma Lisbeth Padilla Viveros

La retinoscopia es un método objetivo mediante el cual se conoce el estado de refracción del ojo, define el grado de ametropía. Es importante que los medios refringentes del ojo estén transparentes ya que esto ayudara a obtener un diagnóstico claro y no impedirá que se observen las sombras.

Pasos a seguir: comenzar por el ojo derecho, estar siempre a la misma altura del paciente, ubicarse a la distancia de acuerdo a la técnica de retinoscopia que utilice, no se debe fatigar mucho al paciente, por lo que es recomendable hacerlo en el menor tiempo posible.

Para poder realizar la retinoscopia estática se coloca el optotipo a 6 metros, el examinador de estar a una distancia 40cm, compensar la distancia con una lente de +2.00 o +2.50, el RL depende de la distancia que se utilice. Esta técnica se hace con ambos ojos abiertos, comenzando por el ojo derecho.

La agudeza visual es la capacidad de enfocar, definir, distinguir y percibir objetos separados por un ángulo determinado, en visión cercana y visión lejana, se considera la unidad 20/20 como visión normal. Existen varios factores que ayudan al desenvolvimiento de una buena agudeza visual como el ángulo visual, Un ángulo es la parte del plano comprendida entre dos semirrectas que tienen el mismo punto de origen. El eje visual se define como la línea imaginaria que debe unir el objeto o punto de fijación visual con la zona ocular fóveal de la retina.

La agudeza visual que se define como la capacidad del sistema de visión para percibir, detectar o identificar objetos especiales con unas condiciones de iluminación

buenas, para una distancia al objeto constante, si el paciente ve nítidamente una letra pequeña, tiene más agudeza visual que otro que no lo ve (Díaz & Hernández, 2016).

Las características fisiológicas de la agudeza visual: mínimo visible representa la unidad espacial más pequeña que el sistema visual es capaz de percibir, mínimo separable es la habilidad para ver separados dos objetos muy próximos. Si se presentan dos puntos luminosos suficientemente separados y se van acercando entre sí, llegará un momento en el que será imposible discernir si se trata de un punto o de dos. Mínimo reconocible o discriminable: representa la capacidad del sistema visual de nombrar o reconocer correctamente formas u objetos o su orientación.

La agudeza visual no es un parámetro estable y sufre diversas influencias, sobre todo en el proceso de maduración relacionado con la edad del individuo el concepto de “agudeza visual” varía según diferentes autores así: la más pequeña superficie perceptible o mínima visible. La más pequeña laguna que es visible entre dos puntos o mínimo separable. Poder de alineamiento o mínimo discriminable de alineamiento (agudeza visual de Vernier) mínimo legible o poder separador del ojo para los caracteres alfabéticos (Arévalo, y otros, 2005).

Según este autor: la agudeza visual, se puede obtener del apropiado ajuste óptico de las diversas partes del ojo (cristalino, retina, córnea, etc.), cuya función depende del estado de la vía óptica o de la corteza visual. En tal sentido, se entiende que la visión es el proceso de percepción, que integra la información que llega a la corteza cerebral por intermedio de las vías visuales, analizando las imágenes, agrupándolas o comparándolas con imágenes previas (Juelas & Valdivieso, 2016).

La agudeza visual es diagnosticada de forma monocular, ojo derecho, ojo izquierdo, y binocular (ambos ojos). Son importante las condiciones de visión binocular ya que integra un proceso que ayudara al paciente a discriminar mejor los objetos de una forma adecuada. Los campos visuales de cada ojo se han de solapar, de manera quede un campo binocular amplio del que se pueda formar una imagen en cada retina. Los movimientos de los ojos tienen que estar coordinados para que los ejes visuales intersecten sobre el mismo punto de fijación. Los campos de fijación se tienen que solapar. Las transmisiones neuronales de ambos ojos han de conducir las dos impresiones del objeto a regiones asociadas del córtex cerebral. El cerebro ha de tener la capacidad de fusionar las dos impresiones y coordinarlas en una percepción binocular simple.

Pasos para medir la agudeza visual: la agudeza visual debe ser tomada a una distancia de 6 metros o 20 pies. Tomar la agudeza visual con corrección (con los lentes del paciente) y sin corrección (sin lentes). Empezamos la prueba por el ojo derecho. Para esto ocluimos el ojo izquierdo. El paciente debe leer los símbolos o letras que el especialista le indica. Esto debe ser con voz clara y segura. Se anota el valor de la agudeza, todas aquellas filas que fueron leídas claras y precisas. También se toma en cuenta aquellas letras que no fueron reconocidas ejemplo: 20/20 -4. Esto quiere decir que el paciente llegó a la unidad de 20/20 pero falló al no reconocer 4 letras. Caso contrario el paciente no alcanza la unidad del 20/20 por completo, pero sí reconoció 5 letras de dicha fila, en este caso su forma de anotación será, ejemplo: 20/25 +5. Porque llegó con nitidez hasta la fila 20/25, pero también alcanzó a reconocer 5 letras de la fila inferior. Se anota el valor en la historia clínica, de forma monocular ojo derecho (OD), ojo izquierdo (OI). Y el valor que reporte binocularmente (ambos ojos).

Es importante que el examinador observe al paciente en todo momento ya que este podría realizar posiciones compensatorias de la cabeza (Movimientos que le permitirán distinguir mejor las letras o símbolos) en este caso se toma la agudeza visual con esa compensación y con la cabeza erguida (derecha).

En caso de que el paciente reporte una agudeza visual inferior a 20/30, es necesario realizar la toma con el agujero estenopeico. El ejemplo de este elemento y su método también es de ayuda en los procedimientos de subjetivo, específicamente para el caso en que el paciente no recupere agudeza visual con la mejor corrección obtenida. Es una forma de comprobar la capacidad visual del paciente (Arévalo, y otros, 2005).

Según un informe de la organización mundial de la salud (OMS): la clasificación internacional de enfermedades clasifica la deficiencia visual en dos grupos según el tipo de visión de lejos y de cerca. Deficiencia de la visión de lejos:

- Leve: agudeza visual inferior a 6/12
- Moderada: agudeza visual inferior a 6/18
- Grave - agudeza visual inferior a 6/60
- Ceguera - agudeza visual inferior a 3/60

La deficiencia de la visión de cerca: agudeza visual de cerca inferior a N6 o N8 a 40cm con la corrección existente. La experiencia individual de la visión deficiente

varía dependiendo de muchos factores diferentes, entre ellos la disponibilidad de intervenciones de prevención y tratamiento, el acceso a la rehabilitación de la visión (incluidos los productos de asistencia como gafas o bastones blancos), y el hecho de si la persona tiene problemas debido a la inaccesibilidad de los edificios, los medios de transporte y la información (Organización mundial de la salud, (OMS), 2021).

El agujero estenopeico se encuentra en la caja de pruebas como accesorio este con la ayuda de la montura de prueba. Para esto se debe ocluir el ojo que no será examinado, el agujero estenopeico siempre debe de ir por delante del ojo examinado o con una visión deficiente. Anotar de forma clara y precisa los resultados en la historia clínica. En el caso de pacientes con baja visión se emplea otro método el cual ayudara a un diagnóstico más confiable. Existen optotipos especialmente diseñados para este tipo de pacientes. Si no existen optotipos para pacientes con baja visión en su consultorio se deberá emplear los siguientes métodos: si su distancia es de 6 metros deberá acercar el optotipo a la mitad (3 metros) el resultado de la agudeza visual del paciente a esa distancia deberá ser multiplicado por 2, y ese es el valor que se debe anotar. Por ejemplo, si el paciente observa 20/100 su valor real será 20/200.

Existen medidas más extremas en las cuales se utiliza el método “cuenta dedos” donde se colocará la mano del examinador delante del ojo que se evalúa, se debe tener en cuenta que el otro ojo debe estar correctamente ocluido. La distancia a emplearse es de 1 metro. Otra forma de ayudar a un paciente de baja visión es color una luz que nos permita determinar si el paciente tiene percepción luminosa.

Equivalente en notaciones visuales: Snellen, eficacia visual y perdida visual		
Anotación Snellen	Eficacia visual	Perdida visual
20/20	1	0
20/30	91.4%	8.6%
20/40	83.6%	16.4%
20/60	69.9%	30.1%
20/80	58.5%	41.5%
20/200	10.0%	90.0%

**Cuadro3.** Equivalente en notaciones visuales

Fuente: Arévalo et al., (2005)



Snellen, eficacia visual y pérdida visual, nos muestra a que porcentaje equivale la eficacia de cada anotación de Snellen y cuál es el porcentaje de la pérdida en agudeza visual.

**Cuadro4.** Muestra la forma correcta de anotar en siglas, al momento de utilizar la historia

Forma de anotación cualitativa para visión lejana	
Nombre	Anotación
Centraje, seguimiento y mantenimiento.	C.S.M
Cuenta dedos.	CD
Movimientos de manos.	MM
Percepción luminosa.	PPL

clínica

Fuente: Arévalo et al., (2005)

No se debe utilizar siglas al momento de anotar en la historia clínica es importante tener en cuenta que los diagnosticos deben ser referenciados con palabras completas.

En visión próxima el paciente deberá identificar objetos, símbolos o letras de forma clara y precisa lo cual será considerado como visión normal. Para aquello se debe seguir los siguientes pasos: se informa al paciente el procedimiento a seguir. El consultorio debe tener una iluminación adecuada. Misma que permita un diagnostico verídico. Debe ser tomado con corrección y sin corrección. Ocluir el ojo izquierdo del paciente (OI) siempre empezar el test con el ojo derecho (OD). Se debe colocar la cartilla a una distancia d 33cm.El paciente deberá leer de forma clara la lectura o los símbolos. Se anota el valor correspondiente a las filas que el paciente logre leer. Por ejemplo .50M en el caso de la lectura o 20/30, en el caso de símbolos.

Es importante que el examinador observe al paciente en todo momento ya que este podría realizar posiciones compensatorias de la cabeza (movimientos que le permitirán distinguir mejor las letras o símbolos) en este caso se toma la agudeza visual con esa compensación y con la cabeza erguida (derecha). En el caso de que el paciente no logre leer los símbolos o la lectura a una distancia de 33cm, se le requiere que por favor lea el párrafo a su distancia habitual.

Se utiliza los optotipos dentro de la consulta optométrica para la toma de agudeza visual, estos deben estar impresos de forma clara, sin ninguna alteración su iluminación debe ser uniforme, para que así el diagnostico no se vea distorsionado. Las escalas más utilizadas son la decimal, la snellen y la logmar. Los optotipos de

snellen fueron publicados en 1862 y en pocos años se convirtieron en el desarrollo dieron lugar a diversas propuestas de mejora que fueron implementadas por bayley y lovie al introducir en 1976 los principios de la estandarización de los optotipos. En la actualidad se considera que los optotipos estandarizados según los criterios de bayley y lovie son superiores y su uso está recomendado por diversos organismos como la organización mundial de la salud, el internacional council of ophthalmology o el royal college of ophthalmologists. Tienen la ventaja de que miden la agudeza visual con mayor precisión y fiabilidad y se han impuesto en el ámbito de la investigación, aunque en la práctica clínica habitual sigue siendo muy frecuente el uso de los optotipos de snellen (García, y otros, 2016).

Numéricos: optotipo de jeager

Letras: optotipo de snellen, optotipo de jeager, optotipo de bailey, optotipo de snell visión próxima.

Signos: optotipo de lea, optotipo de lovie, optotipo de jeager.

Dibujos: optotipo de lovie, optotipo de jeager, optotipo de pigassou.

Optotipos de colores: test de ishihara, test de duocromo.

Se utilizan los optotipos de acuerdo al nivel de escolaridad, capacidad, habilidad y destreza del paciente. En la presente investigación se utilizaron los siguientes optotipos: optotipo de jeager, optotipo de snellen visión lejana y visión próxima, optotipo de lovie, optotipo de colores: test de ishihara y test de duocromo, estos permitieron que los estudiantes respondan correctamente a la prueba facilitando resultados verídicos, esto ayudo a que los test de visión al color reporten un diagnóstico más claro. Existen muchos factores que alteran la capacidad de ver bien, estos pueden ser: refractivos, acomodativo o patologías. Los más comunes son los refractivos entre estos se encuentran: la miopía, hipermetropía y astigmatismo.

La OMS y la Organización Panamericana de la Salud (OPS) estiman que en Latinoamérica el 13 % de la población en edad escolar tiene errores refractivo que puede causar disminución de la agudeza visual. Los defectos refractivos no corregidos constituyen la causa más común de deficiencias visuales (Mayorga, Rodríguez, Medrano, & Gene, 2015).

A nivel mundial, se calcula que aproximadamente 1300 millones de personas viven con alguna forma de deficiencia de la visión de lejos o de cerca. Con respecto a la visión de lejos, 188,5 millones de personas tienen una deficiencia visual

moderada, 217 millones tienen una deficiencia visual de moderada a grave y 36 millones son ciegos. Por otro lado, 826 millones de personas padecen una deficiencia de la visión de cerca. El crecimiento y envejecimiento de la población aumentarán el riesgo de que más personas se vean afectadas por una deficiencia visual. A nivel mundial, las principales causas de la visión deficiente son: errores de refracción no corregida, cataratas, degeneración macular relacionada con la edad, glaucoma, retinopatía diabética, opacidad de la córnea y tracoma (Organización mundial de la salud, (OMS), 2021).

Las causas varían de un país a otro, por ejemplo: la proporción de deficiencia visual atribuible a las cataratas es mayor en los países de ingresos bajos y medianos que en los de ingresos altos. En los países de ingresos altos, las enfermedades como la retinopatía diabética, el glaucoma y la degeneración macular relacionada con la edad son más frecuentes. Entre los niños, las causas de la visión deficiente varían considerablemente de un país a otro. Por ejemplo, en los países de ingresos bajos, las cataratas congénitas son una de las causas principales, mientras que, en los países de ingresos altos, la principal causa es la retinopatía del prematuro (Organización mundial de la salud, (OMS), 2021).

Se entiende como miopía la alteración visual que no permite observar correctamente a lo lejos, la palabra miopía proviene del griego (*myopsia*) lo cual quiere decir la “cualidad de guiñar la vista o entre cerrar el ojo”. La miopía es la incapacidad de poder ver a largas distancias. Los rayos de luz se refractan antes de la retina lo que provocara que el paciente observe de forma borrosa a la distancia, dificultando la descripción de un objeto o persona ya que no cuenta con una nitidez para reconocerlo. La longitud axial del miope no coincide con la potencia refractiva, ya que la misma se encuentra elevada.

Por lo general la sintomatología frecuente es: visión borrosa, escozor, visión cansada, cefalea. Es importante detectar la miopía a tiempo para evitar su incremento, esta puede ir creciendo dramáticamente volviéndose una miopía magna provocando daños especialmente en la retina, como desprendimiento de retina u otras alteraciones como, enfermedades de la macula, alteraciones del nervio óptico y glaucoma.

Un ojo hipermetrope no tiene la capacidad de enfocar correctamente a cortas distancias, pues los rayos de luz atraviesan a la retina la imagen se forma por detrás. Gracias a la ayuda de la convergencia este paciente puede enfocar y ver claramente

los objetos a largas distancias. El hipermetrope contrario del miope, tiene poca potencia para su longitud axial. Por lo general los seres humanos nacemos un grado de hipermetropía +2.50, +2.75D, pero con el paso de los años esta va desapareciendo permitiendo que el ojo se vuelva emétrope con la unidad de visión normal 20/20, existen quienes no se emetropizan completamente más o menos hablamos del 50%, provocando así cierto grado de hipermetropía fisiológica o permitiendo que el globo ocular siga alargándose hasta volverse miope.

La fatiga visual y cefaleas son sintomatología frecuente de la hipermetropía. Es importante corregir este defecto a tiempo, especialmente priorizar en los niños, para que así estos posteriormente no presenten: ambliopías o estrabismos. Esta anomalía podría ser la causa de problemas en el aprendizaje dentro de la etapa escolar.

El ojo posee dos meridianos orientados en dos direcciones verticales y horizontales, en la miopía e hipermetropía los rayos de luz que inciden al ojo paralelos son refractados por igual en todos los meridianos, sin embargo, en el astigmatismo no ocurre así, sino que estos rayos que inciden paralelos son refractados de forma diferente en cada meridiano. Por lo tanto, el astigmatismo es el estado de refracción en el que no puede formarse en la retina un foco puntual de luz, se lo reconoce también como una anomalía del mecanismo óptico, en las que se produce un error apreciable al momento de realizar la refracción que es la desigualdad de la luz en meridianos distintos (Mitte & Mantilla, 2014).

Frecuentemente se presenta esta sintomatología: visión distorsionada, además de disminución de la agudeza visual, cefalea, mareos y astenopia. Clasificación del astigmatismo según el meridiano: astigmatismo simple, astigmatismo compuesto, astigmatismo mixto. Según la regularidad de la superficie: astigmatismo regular, astigmatismo irregular. Según la longitud: astigmatismo hipermetropico simple, astigmatismo hipermetropico compuesto, astigmatismo hipermetropico simple, astigmatismo hipermetropico compuesto, astigmatismo miopico simple, astigmatismo miopico compuesto, astigmatismo mixto. Según factores: hereditario, congénito, adquirido.

Dentro de los tipos de astigmatismo tenemos: astigmatismo corneal, astigmatismo refractivo, astigmatismo interno. Los problemas visuales pueden estar también relacionados con déficit en la transmisión de la información en el proceso retinal o en la vía visual o pueden existir anomalías cerebrales identificadas en

diferentes partes del cerebro no solamente la zona visual. Cualquier daño en el sistema visual que aparezca en niños y que altere el proceso de desarrollo de este sistema provocará ambliopía. La ambliopía es una condición visual en la que la visión no alcanza a desarrollarse el cien por ciento, al no diagnosticarse a tiempo y generar un tratamiento adecuado, es posible que más adelante, a pesar de tener sus gafas con la mejor fórmula posible, no alcance a ver las imágenes completamente bien.

La incapacidad de no recuperar el porcentaje completo de la visión se conoce como ambliopía. La ambliopía puede prevenirse, sólo se presenta durante la infancia y sólo puede tratarse efectivamente durante este período. Entre más tiempo pase sin intervenir el o los ojos afectados, más profunda será la ambliopía. En los niños es fundamental el descubrimiento de la ambliopía y de otros problemas oculares comunes en niños como el estrabismo (desviaciones oculares) o la anisometropía (diferencias de fórmulas entre uno y el otro ojo muy notable). Los resultados del tratamiento en cuanto a la visión final del ojo son excelentes en este tipo de alteraciones si éste se empieza antes de los 3 años, buenos antes de los 6, pobres a partir de esta edad y nulos a partir de los 9 años (Chivirí & Mora, 2017).

La percepción visual es el medio por el cual se recibe, aproximadamente, el 70% de la información. En los estudiantes, es necesaria para leer y escribir (visión de cerca) y ver la pizarra e imágenes proyectadas en pantalla (visión de lejos). Por lo tanto, es un factor muy importante en el aprovechamiento escolar. Por problemas visuales, es común que el estudiante presente dificultad al realizar sus tareas escolares debido a la incomodidad que siente, por lo que puede realizar sus tareas a medias o abandonarlas por completo, perdiendo así, el gusto por el aprendizaje en general y por la lectura y escritura en particular (Salinas, Valdés, Mejía, & Salas, 2017).

La visión constituye uno de los sentidos más importantes para el ser humano en todos los aspectos de la vida, especialmente en los procesos que se encuentran relacionados con el aprendizaje, las alteraciones visuales en etapa infantil suponen un tema de gran preocupación, considerando que en esta etapa se adquieren la mayoría de conocimientos y, además, se sientan las bases de una buena formación académica, (Rodríguez V. , 2019).

Es importante la evaluación de agudeza visual es el principio para poder ayudar a mejorar la calidad visual en el paciente, dentro de la presente investigación la

mayoría de los pacientes presentaron una visión favorable, la tecnología que es parte de nuestro entorno, ha provocado que el índice de ametropías aumente rápidamente.

Las enfermedades más prevalentes determinadas en este estudio fueron los errores de refracción, el astigmatismo, miopía e hipermetropía, además de enfermedades sistémicas que afectan la visión como la desnutrición y la prematuridad. Los errores refractivos se presentaron principalmente en la media de edad de 9 años; la desnutrición se presentó a la edad temprana entre 4 a 6 años, y los defectos visuales obtenidos como consecuencia de la prematuridad a la edad de 12 a 15 años. Existieron dos casos de albinismo en este estudio, donde ambos presentaron el grado severo de disminución de agudeza visual (Chauvín, 2017).

De todos los sentidos de los que disponemos, sin lugar a dudas la visión es el que más se encuentra relacionado con la comunicación y las relaciones con nuestro entorno y en la esfera social influye significativamente, por lo tanto, una disfunción en este sentido supone una afectación seria y crea una minusvalía importante que afecta a los niños y únicamente como ejemplo de las repercusiones derivadas de esta situación mencionamos la capacidad del estudiante para el aprendizaje (Mancha, 2018).

El periodo para el desarrollo de la visión es durante la infancia. Entre más precoz sea la detección oportuna de problemas visuales, tendrá mejor respuesta al tratamiento ya que es una etapa muy maleable. En adultos se desarrolla rigidez en la agudeza visual, que no logra mejorar con tratamiento. De aquí la importancia de la edad para realizar un diagnóstico precoz y un tratamiento oportuno (Del Pozo & López, 2015).

La falta de información y educación visual no permite que se apliquen los métodos necesarios para cuidar los ojos de la exposición a los equipos electrónicos. Un buen desempeño en la vida cotidiana lleva a mejores resultados es por eso que la detección de ciertas anomalías como las alteraciones en la percepción cromática es fundamental para poder reducir las limitaciones y el acceso a realizar ciertas actividades. Siendo así la niñez y la adolescencia etapas importantes para el cuidado y el buen manejo de la salud visual.

## **CAPÍTULO II.**

### **2. MARCO METODOLÓGICO.**

#### **2.1- Contexto y clasificación de la investigación.**

Se realizó un estudio observacional de tipo longitudinal prospectivo, con el objetivo de determinar la incidencia de alteraciones en la percepción cromática de los estudiantes de la unidad educativa Cesar Borja, perteneciente a la parroquia Ambuqui, Imbabura, en el periodo septiembre – enero 2020. Durante la obtención del título de Optometría.

#### **2.2- Universo y muestra.**

El universo estuvo constituido por estudiantes de cuarto hasta décimo de educación básica en la unidad educativa Cesar Borja, perteneciente a la parroquia Ambuqui, Imbabura, en el periodo septiembre – enero 2020 (N=150).

La muestra quedo constituida por los estudiantes que asistieron a clases los días que se realizaron las actividades escolares y que cumplían los criterios de inclusión (n=140).

#### **Criterios de inclusión de la muestra:**

- Estudiantes matriculados en cuarto año de educación básica hasta décimo año de educación básica.
- Estudiantes que fueron autorizados por sus tutores para la participación del estudio mediante la firma del consentimiento informado.
- Estudiantes que asistieron a la institución, los días en los cuales se desarrollarlo la investigación.
- Estudiantes que gocen plenamente de sus capacidades físicas e intelectuales.

#### **Criterios de exclusión de la muestra:**

- Estudiantes que no constan en la matrícula de cuarto año de educación básica hasta décimo año de educación básica.
- Estudiantes que no fueron autorizados por sus tutores para la participación del estudio mediante la firma del consentimiento informado.
- Estudiantes que no asistieron a la institución, los días en los cuales se desarrolló la investigación.
- Estudiantes que no gozan plenamente de sus capacidades físicas e intelectuales.

### **2.3- Metódica**

La investigación se realizó en la unidad educativa Cesar Borja, parroquia Ambuqui, provincia de Imbabura-Ecuador. El tema de la investigación fue: Incidencia de alteraciones en la percepción cromática. Para la cual se consideró a los niños de cuarto y décimo año de educación básica.

Se procedió a explicar el procedimiento para la investigación, en qué consistía el tema y todos sus beneficios para los participantes, se establecieron los puntos de seguridad y se aclaró que no existiría ningún riesgo durante el proceso investigativo, en conjunto autoridades y estudiantes recibieron la introducción. Se realizó una encuesta que permitió conocer si los estudiantes tenían conocimientos acerca de salud visual, la encuesta sirvió como referencia para poder impartir charlas y dar a conocer la importancia de la atención primaria de la salud visual, despejar dudas, mitos e inquietudes de los estudiantes acerca de la misma.

Se procedió a realizar charlas explicativas y educativas acerca de la salud visual, los participantes tuvieron la oportunidad de informarse mejor. Durante la intervención se utilizó videos que explicaban cómo funciona el globo ocular, los videos fueron proyectados de acuerdo al grado de escolaridad, por ejemplo, para los niños de cuarto a séptimo se utilizó videos más dinámicos y coloridos, permitiendo así que ellos comprendan mejor la importancia de la de poder identificar correctamente formas y colores, lo fundamental que es tener una buena visión. Todas las actividades fueron autorizadas por el personal docente y el director de la institución.

Para los estudiantes de séptimo y décimo año de educación básica se optó por interactuar de forma más abierta en la cual ellos también tenían la oportunidad de manifestar lo poco que han escuchado acerca del tema, vivencias de sus conocidos, familiares, inclusive de ellos mismos, como que han presentado alguna alteración en la visión de colores, como ellos se sentían al momento de identificar colores en clase, los malestares que presentaban al momento de observar a la pizarra o leer párrafos en sus libros. Ellos tuvieron la oportunidad de recibir una charla más profunda en la cual se explicaba el mecanismo del globo ocular, llegando así al grado de conciencia de los participantes, la importancia que tiene evaluar su visión a tiempo y como podía afectar las alteraciones a la percepción cromática en varias de las profesiones que habían manifestado, o aquellas actividades que estaban dentro de sus intereses

Ellos comprendieron la vitalidad que tiene percibir e identificar correctamente los colores y las formas, la gravedad de las alteraciones en la percepción cromática y



como podía afectar alguna de ellas a su vida cotidiana si no son evaluadas a tiempo. Este fue un método explicativo y dinámico duro 30 minutos, los materiales que se utilizó fueron, videos informativos, materiales escolares.

Se realizaron la toma de datos mediante la historia clínica para esto los estudiantes, asistían al aula designada por la institución para llevar a cabo la investigación, se acoplo el aula como un mini consultorio que fue de suma importancia para la comodidad de los participantes. La recopilación de la historia clínica fue de suma importancia el paso principal para poder ejecutar la investigación, al interactuar con los pacientes se recibió información vital para poder llegar a un diagnóstico fiable, los antecedentes fueron la clave para el procedimiento. Gracias a la colaboración de los señores docentes de la institución los participantes respondían los ítems de la historia clínica de una forma clara y confiable.

Se procedió a cumplir con el primer objetivo específico de la investigación: Evaluar la agudeza visual de los estudiantes incluidos en la muestra de estudio. Para ello los estudiantes fueron informados como sería el procedimiento. Se utilizaron los siguientes instrumentos: Optotipos de Snell visión lejana, cartilla de visión cercana, retinoscopio, oftalmoscopio, test de ishihara, test de farnsworth.

Los participantes ingresaban uno por uno, en el orden de lista que maneja la institución, se explicó cómo debería ubicarse el paciente en la silla de examinación, se corrobora que la iluminación sea la adecuada para el proceso, teniendo en cuenta los datos bibliográficos que describen las distancias correctas y la iluminación.

Según la Organización Mundial de la Salud determinó una clasificación de la agudeza visual, estableciendo diferentes grupos según la agudeza visual del mejor ojo con la corrección visual disponible en el momento del examen normal, logran una agudeza visual 20/60 o más, limitación visual, alcanzan agudezas visuales entre menos de 20/60 y 20/200, limitación visual severa, logran una agudeza visual de 20/200 hasta 20/400 y ceguera, es la agudeza visual menor a 20/400 (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Clasificación de la agudeza visual		
Grupos	Agudeza Visual	Definición
1	20/20 a 20/60	Normal
2	20/60 a 20/200	Limitación visual
3	20/200 a 20/400	Limitación visual severa
4	20/400	Ceguera

**Fuente:** Organización Mundial de la Salud (2017)

**Elaborado por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

A una distancia de 6 metros (20 pies) se colocó al paciente de los optotipos. Se procedió a ocluir el ojo izquierdo del paciente, con la montura de pruebas y su respectivo accesorio para la oclusión, empezamos a tomar la agudeza visual por el ojo el ojo derecho. El paciente empezó a leer las letras del optotipo que se le indicaba, empezamos desde 20/200 hasta donde el paciente reporte ver, una vez que se anotaba la agudeza visual de ojo derecho, ojo izquierdo y ambos ojos. Esta se hizo con corrección y sin corrección.

El siguiente paso fue: realizar un tamizaje con el oftalmoscopio, revisar sus anexos oculares, constatar que no exista ninguna anomalía, por ejemplo, pínquela, pterigion, conjuntivitis, triquiasis, disquitiasis.

Se procedía a neutralizar sombras en el caso de aquellos que no alcanzaban la unidad de visión 20/20. Una vez neutralizados se volviendo nuevamente a tomar agudeza visual, la importancia de este paso radica en que es vital que el paciente goce de una buena calidad de la visión, para poder pasar al siguiente paso los test de colores, que era fundamental para la investigación.

Se utilizó un método de ayuda, que consistía en guiar a los padres y apoyarlos para conseguir el lente que permita ver correctamente a los participantes, para aquellos estudiantes completamente de escasos recursos, procedí a realizar una donación del lente.

Se procedió a realizar el test de Ishihara, en un ambiente de luz natural, se explicó a los pacientes en qué consistía la prueba, procedimiento: Las placas se sostienen 75 cm del sujeto e inclinado para que el plano del papel esté en ángulo recto con la línea de visión. Se indican los números que se ven en las placas del 1 al 25, y cada respuesta debe darse sin más de tres segundos de retraso. La forma de respuesta debe ser clara y precisa, el paciente debía estar completamente emetropizado, la prueba se realiza monocularmente.

Deficiencias en la percepción de colores según la clasificación internacional de enfermedades.	
Deficiencia	Código
Acromatopsia (monocromatismo)	H53.51
Deficiencia adquirida de visión de los colores	H53.52
Deuteranomalía (Deuteranopia)	H53.53
Protanomalía (Protanopía)	H53.54
Tritanomalía (Tritanopia)	H53.55

**Fuente:** España, Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (2018)

**Elaborado por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

Para el test de Farnsworth se les explicó a los pacientes como debían desarrollarlo, se explicó que tenían que ordenar las “tapitas” en el orden que ellos consideren que continúa la frecuencia del color, captaron rápido como se realizaría la evaluación y proseguimos con la misma, se mostraron bastante entusiasmados, eso ayudó para que los resultados sean más fiables.

Es aconsejable administrar el test monocularmente si se sospecha la presencia de una alteración adquirida de la visión del color, ya que estas alteraciones pueden no afectar a ambos ojos o no hacerlo de igual modo, se realiza el test a una distancia de 50cm, en un ambiente de luz natural. Para ello se dispondrá de todo el tiempo que necesite, ya que la precisión de la respuesta es más importante que la velocidad, una persona sin alteración al color realizaría el test en dos minutos por bandeja, mientras que los sujetos con alteraciones en la visión del color necesitarían más tiempo (Fez, Luque, & Díaz, 2001).

“Los participantes estuvieron constituidos en edades de 7 a 17 años. La edad se considera en grupos de 4 años según el INEC”. (Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010, p. 5).

“Se distribuyó la muestra según el sexo y la etnia, amparados en los artículos de la ley orgánica de educación intercultural”. (LOEI) (Ecuador, Asamblea Nacional, 2015, p. 4).

Población según auto identificación étnica				
Etnia	Mujeres		Hombres	
	Numero	%	Numero	%
Indígena	517.797	7,1%	500.379	7,0%
Afro ecuatoriano/a	513.112	7,0%	528.447	7,4%
Montubio/a	500.115	6,8%	570.613	7,9%
Mestizo/a	5.301.654	72,6%	5.115.645	71,3%
Blanco/a	448.740	6,1%	433.643	6,0%
Otra	24.398	0,3%	28.956	0,4%
Total	7.305.816	100,0%	7.177.683	100,0%

**Fuente:** (Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2010)

**Elaborado por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

Estructura de la población por edades en año 2010		
Grupos de edades	Población	%
Menor de 1 año	259.957	1,8%
De 1 a 4 años	1.202.320	8,3%
De 5 a 9 años	1.526.806	10,5%
De 10 a 14 años	1.539.342	10,6%
De 15 a 19 años	1.419.537	9,8%
De 20 a 24 años	1.292.126	8,9%
De 25 a 29 años	1.200.564	8,3%
De 30 a 34 años	1.067.289	7,4%
De 35 a 39 años	938.726	6,5%
De 40 a 44 años	819.002	5,7%
De 45 a 49 años	750.141	5,2%
De 50 a 54 años	610.132	4,2%
De 55 a 59 años	515.893	3,6%
De 60 a 64 años	400.759	2,8%
De 65 a 69 años	323.817	2,2%
De 70 a 74 años	240.091	1,7%

De 75 a 79 años	165.218	1,1%
De 80 a 84 años	115.552	0,8%
De 85 a 89 años	60.735	0,4%
De 90 a 94 años	25.500	0,2%
De 95 a 99 años	8.039	0,1%
De 100 años y más	1.953	0,0%
Total	14.483.499	100,0%

**Fuente:** (Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010)

**Elaborado por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

### **2.3.1- Para la recolección de información**

- Gestión y permiso a la autoridad de la unidad educativa (Anexo1).
- Historia clínica de optometría (Anexo2).
- Encuesta (Anexo3).
- Revisión bibliográfica y documental.

### **2.3.2- Para el procesamiento de la información**

La información recogida se procesó en una base de datos utilizando el sistema Epi Info, donde se calculó el porcentaje como medida resumen para las variables cualitativas. Para las comparaciones se utilizó el estadígrafo  $\chi^2$  al 95% de certeza.

### **2.3.3- Técnica de discusión y síntesis de los resultados**

Para la discusión e interpretación de los resultados se utilizó la bibliografía actualizada de varios investigadores a nivel mundial, el aporte de las tesis realizadas acerca del tema en el país fueron de gran ayuda poder comparar datos, gracias a las conclusiones y hallazgos de estudios similares fue posible llevar a cabo la presente investigación, la experiencia del tutor y los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria, facilitaron el procedimiento ya que se aplicó lo aprendido obteniendo buenos resultados.

## **2.4- Bioética**

La participación de los estudiantes fue voluntaria y con el consentimiento de sus padres. Los datos y los resultados serán confidenciales, estos solamente podrán ser utilizados para los fines de la presente investigación, en el caso de que algún estudiante presente alteraciones graves en la percepción cromática, será informado al señor rector de la institución y al representante del participante, el representante del paciente pondrá a consideración el diagnostico, y tendrá libre albedrio de consultar con otro especialista para mayor seguridad. Durante el desarrollo del presente estudio

se aclaró a los pacientes el procedimiento a realizar y de esta forma no violentar la integridad de cada individuo que forma parte de este proyecto, afirmando que no existieron violaciones a la ética médica, procurando que esta investigación sea confiable para los pacientes. Esta investigación es de gran ayuda para la sociedad ya que contribuirá con datos que con lleven a nuevas investigaciones.

## 2.5- Cronograma de actividades

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
<b>Actividades</b>															
Aprobación del tema de investigación.	X														
Aprobación de la Unidad Educativa Cesar Borja	X														
Elaboración de objetivos.	X														
Presentación en la unidad educativa	X														
Aprobación acta de consentimiento informado.	X														
Introducción del tema.	X	x	x												
Charlas acerca de salud visual.	X														
Revisión del progreso de la tesis.				x											
Recolección de datos.		x													
Evaluación de la primera parte de la historia clínica.			x												
Elaboración de marco teórico.		x	x	x	x	x									
Revisión bibliográfica.	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Evaluación de la segunda parte de la historia clínica.					x										
Elaboración de marco metodológico						x	x	x	x						
Revisión del progreso de la tesis										x					
Recopilación de la información.									x	x	x	x			
Elaboración de los resultados de la investigación.											x	x			

Conclusiones														x		
Recomendaciones														x		
Revisión final.														x	x	
Presentación final.															x	
Entrega de tesis.																x

**Realizado por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

## CAPÍTULO III

### RESULTADO

Es importante la evaluación de agudeza visual es el principio para poder ayudar a mejorar la calidad visual en el paciente, dentro de la presente investigación la mayoría de los pacientes presentaron una visión favorable, la tecnología que es parte de nuestro entorno, ha provocado que el índice de ametropías aumente rápidamente. El test de Ishihara y Fransworth son fundamentales al momento de evaluar la percepción cromática pues representan una forma simple y eficaz al momento de detectar alteraciones en la visión del color.

La tabla 1 muestra la evaluación de la agudeza visual de los estudiantes incluidos en la muestra.

**Tabla 1: Agudeza visual de los estudiantes incluidos en la muestra de estudio.**

Agudeza visual	Sin corrección		Con corrección	
	No	%	No	%
Normal 20/20 a 20/60	99	70,71	138	98,57
Limitación visual 20/60 a 20/200	38	27,14	2	1,43
Limitación visual severa 20/200 a 20/400	3	2,14	0	0
Ceguera 20/400	0	0	0	0
Total	140	100	140	100

**Fuente:** Historias clínicas

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

Se puede apreciar en la tabla los pacientes evaluados sin corrección óptica que 99 pacientes (70,71%) presentaron agudeza visual normal, 38 pacientes (27,14%) limitación visual, 3 pacientes (2,14%) limitación visual severa y el 0,00% ceguera. Con corrección óptica 138 pacientes (98,57%) presentaron agudeza visual normal, 2 pacientes (1,43%) limitación visual, 0,00 limitación visual severa y el 0,00% ceguera.

En el estudio realizado en Quito-Ecuador por Carolina Peralta Quezada en el año 2017 “estudio de la importancia del test de farnsworth en la consulta optométrica para diagnosticar posibles alteraciones en visión de color” el rango de visión alto se pudo conocer un total de 10 ojos evaluados que corresponden al 25%, 14 ojos que



corresponden al 35%, están en el rango de agudeza visual bajo. En el rango medio encontramos 16 ojos que corresponden al 40% (Peralta, 2017).

En el estudio realizado en Ecuador por Arteaga Segarra Mariana de Jesús en el año 2019, después de realizar la toma de agudeza visual a los 54 pacientes se encontró que la mayoría de pacientes presentan una agudeza visual alta del 59%, un 30% presentan agudeza visual media y un 11% de pacientes presentan agudeza visual baja. Los resultados expuestos en el estudio actual coinciden con los enunciados por los autores (Arteaga, 2019).

La tabla 2 expresa la descripción de los resultados de los test de Ishihara y Fransworth.

**Tabla 2: Resultados de los test de Ishihara y Fransworth.**

Alteración	Ishihara		Fransworth	
	No	%	No	%
Acromatopsia	0	0,00	0	0,00
Deuteranopía	7	5,00	12	8,57
Protanopía	52	37,14	70	50,00
Tritanopia	33	23,57	58	41,43
Sin alteración	48	34,29	0	0,00
Total	140	100	140	100

**Fuente:** Historias clínicas

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

La tabla expone los resultados de los test de Ishihara y Fransworth. Para el test de Ishihara el (0,00%) de los pacientes presenta una acromatopsia, 7 pacientes (5,00) presentaron deuteranopía, 52 pacientes (37,14%) presentaron protanopía, 33 pacientes (23,57) tritanopia y 48 pacientes (34,29) no presentaron ninguna alteración en este test. En el test de Fransworth (0,00%) de los pacientes presenta una acromatopsia, 12 pacientes (8,57) presentaron deuteranopía, 70 pacientes (50,00%) presentaron protanopía, 58 pacientes (41,43) tritanopia, (0,00%) sin alteración.

En el estudio realizado en Colombia ciudad de Bogotá por Kevin Alexis Neuta García y Marcela Camacho Montoya en el año 2012, las alteraciones en la visión al color fue de 6,7 % (6/89 test de Ishihara) y 14,6 % (13/89 test de Farnsworth) para el colegio España de Puente Aranda; 2,4 % (2/84 test de Ishihara), y 4,8 % (4/84 test de Farnsworth) para el colegio Pablo Neruda de Fontibon, y 2,9 % (2/70 test de Ishihara)

y 10 % (7/70 test de Farnsworth) para el colegio de La Salle de Usaquén (Neuta & Camacho, 2012).

En el estudio realizado en Ecuador, por Segarra Arteaga Mariana de Jesús, en el año 2019, se puede concluir que, de 54 pacientes evaluados con el test de Farnsworth, la mayoría presentaron discromatopsias tipo deután con un 70%, un 17% presentaron discromatopsias tipo protán y solamente un 13% de pacientes evaluados con el test de Farnsworth presentaron discromatopsia tipo tritán. Los resultados del presente estudio coinciden con los enunciados (Arteaga, 2019).

La tabla 3 recoge la descripción de los resultados de los test de Ishihara y Fransworth.

**Tabla 3: Incidencia de pacientes con alteraciones en la percepción cromática.**

<b>Incidencia</b>	<b>No</b>	<b>%</b>
SI	82	58,57
NO	58	41,43
Total	140	100

**Fuente:** Historias clínicas

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

Como se puede notar en la tabla 82 pacientes (58,57%) tiene incidencia de alguna alteración en la percepción cromática, 58 pacientes (41,43%) no tienen ninguna incidencia.

En el estudio realizado en Lima-Perú por Bazán Arias Marco, en el año 2018 titulado Cromatismo: alteraciones perceptivas en adultos mediante test hardy-rand-rittler - centro ocupacional medicare, dice que el 92.17 % de la muestra no presenta alteración, sin embargo el 7.83 % presenta alteración (Bazán, 2018).

En el estudio realizado en Cuenca-Ecuador por María José Moreno en el año 2016, en la población estudiada la prevalencia es de 1,6%. La unidad educativa más afectada fue Manuel J Calle, con el 45,4%. Los resultados del estudio actual guardan similitud con los referidos por los autores (Moreno & Sánchez, 2016).

En la tabla 4 se puede apreciar la muestra del estudio según la variable edad.

**Tabla 4: Distribución de la muestra de estudio según la variable edad.**

<b>Edad</b>	<b>No</b>	<b>%</b>
7-11	76	54,29
11-15	44	31,43

15-19	20	14,29
Total	140	100

**Fuente:** Historias clínicas

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

En la tabla se evidencian 76 pacientes (54,29%) de 7-11 años, 44 pacientes (31,43%) de 11-15 años, 20 pacientes (14,29%) de 15-19 años.

En un estudio realizado en Quito-Ecuador en el año 2016, por Vanessa Dayana Mera Carrera, los niños evaluados se encontraban en edades entre los 7 y 11 años (16,25% ) 7 años, (25% 22,) 8 años, (50%) 9 años, (23,75%) 10 años, ( 12,50%) 11 años (Mera, 2016).

En un estudio realizado en Riobamba-Ecuador en el año 2014, por Margoth Yolanda Alulema Defaz, titulado “Alteraciones en la percepción cromática en estudiantes de las unidades educativas de las parroquias rurales del cantón guano, provincia de Chimborazo” nos muestra la agrupación de estudiantes de acuerdo a los rangos de edad, el estudio cubrió edades entre 6 y 20 años el cual es un amplio margen, observamos que el mayor porcentaje es de 35,2% que corresponde a los niños en la escala de 9 – 11 años lo que determina que en el estudio se obtuvo la colaboración de pacientes con un grado cognoscitivo adecuado. Por lo que se evita errores de comprensión a la hora de realizar el Test. Seguido de un 29,6% que corresponde a la escala de 6 – 8 años, el 23,3% corresponde a la escala de 12 – 14 años, el 11,1% a la escala de 15 – 17 años y el 0,7% a los estudiantes de  $\geq 18$  años. Los resultados del estudio actual guardan similitud con los referidos por los autores (Alulema, 2014)

En la tabla 5 se puede apreciar la muestra del estudio según la variable sexo.

**Tabla 5: Distribución de la muestra de estudio según la variable sexo.**

Sexo	No	%
Masculino	78	55,71
Femenino	62	44,29
Total	140	100

**Fuente:** Historias clínicas

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

En el estudio se encontró 78 pacientes (55,71%) de sexo masculino y 62 pacientes (44,29%) de sexo femenino.

En el estudio realizado en Ecuador en el año 2019 por Arteaga Segarra Mariana de Jesús “Alteraciones en la visión cromática” de los 54 pacientes evaluados se ha obtenido que el 59% pertenece al género masculino y un 41% corresponde al género femenino (Arteaga, 2019).

En el estudio realizado en Riobamba-Ecuador en el año 2014, por Margoth Yolanda Alulema Defaz, titulado “Alteraciones en la percepción cromática en estudiantes de las unidades educativas de las parroquias rurales del cantón guano, provincia de Chimborazo” nos muestra la agrupación de estudiantes de acuerdo al sexo en la cual se puede evidenciar una proporción similar entre hombres y mujeres, en la que predomina el sexo femenino en un 54,4% en comparación con un 45,6% de estudiantes del sexo masculino. Los resultados del estudio actual guardan similitud con los referidos por los autores (Alulema, 2014).

En la tabla 6 se puede apreciar la muestra del estudio según la variable etnia.

**Tabla 6: Distribución de la muestra de estudio según la variable etnia.**

<b>Etnia</b>	<b>No</b>	<b>%</b>
Afro-ecuatoriano	20	14,29
Blanco	0	0,00
Indígena	13	9,29
Mestizo	127	90,71
Total	140	100

**Fuente:** Historias clínicas

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros

En la tabla se evidencia 20 pacientes afro-ecuatorianos (14,29%), 0 pacientes (0,00%) de etnia blanca, 13 pacientes indígenas (9,29%) y 127 pacientes mestizos (90,71%).

En el estudio realizado en la ciudad de Salcedo Ecuador por Byron Danilo Espín Trujillo en el año 2015, las patologías de la visión cromática en la investigación realizada entre ambas razas indistintamente del género se logró obtener los siguientes resultados: en la raza mestiza se encontró el 17% equivalente a 50 personas, no hay la presencia de las patologías al color, con el 33% correspondiente a las 100 personas restantes dentro de la raza mestiza se logró encontrar la presencia de las patologías al color. En la raza indígena se logró encontrar que el 30% equivalente a 89 personas no hay la presencia de las patologías al color; mientras

que con el 20% de la población indígena solo 61 personas si hay la presencia de las patologías al color (Espín, 2015).

En el estudio realizado en Cuenca-Ecuador por María José Moreno en el año 2015, el 90,9% de los afectados son de etnia mestiza, mientras que solo uno (9,1%) es blanco. Este resultado se le atribuye a las características de nuestra muestra, donde la gran mayoría de estudiantes se identifican como mestizos. Los resultados expuestos en el estudio actual coinciden con los enunciados por los autores (Moreno & Sánchez, 2016).

Con el desarrollo de la investigación realizada se demuestra que existe cierto grado incidencia de alteraciones en la percepción cromática en los niños de la Unidad Educativa Cesar Borja, perteneciente al cantón Ibarra, provincia de Imbabura - Ecuador. La incidencia que se diagnosticó en la comunidad estudiantil, evidencia la necesidad de un control visual dentro de la institución demostrando así la importancia y la necesidad de una buena atención primaria de la visión, realizar campañas ayudaría en el diagnostico preventivo, los estudiantes no tienen la oportunidad de contar con un examen visual antes de ingresar a los distintos periodos académico partir de que no se cumple lo indicado por el Ministerio de Salud Pública referente al control visual.

## CONCLUSIONES

- El 70,71% de los estudiantes evaluados presentaron agudeza visual normal.
- El 37,14% de los pacientes presentaron protanopía en Ishihara y el 50,00% en Farnsworth.
- El 58,57% de los estudiantes presentaron alguna alteración en la percepción cromática.
- Predominó en los pacientes estudiados el grupo de edades entre 7 y 11 años (54,29%), siendo el sexo masculino el más representativo.
- El 90,71% de los estudiantes participantes en la investigación fueron mestizos.

## **RECOMENDACIONES**

Es importante que se realice un control visual al inicio del año escolar ya que este permitirá que los estudiantes conozcan si presentan algún tipo de alteración visual, como por ejemplo alteraciones en la percepción cromática especialmente al género masculino ya que ellos a nivel mundial presentan mayor incidencia, impartir charlas en las instituciones sería de gran ayuda para que los estudiantes lleven la información a sus hogares y la preocupación por mejorar su salud visual sea colectiva empezando desde los hogares.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, D. (2019). *Aplicación de la teoría de los colores de Goethe en la pintura contemporanea de Arequipa*. Recuperado Abril 29, 2020, de Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10480>
- Al-Aqtum, M., & Al-Qawasmeh, M. (2001). Prevalencia del daltonismo en los jóvenes jordanos. *Ophthalmologica*, 215(1), 39-42. Recuperado 12 20, 2019, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11125268>
- Alberich, J., Gómez, D., & Ferrer, A. (2011). *Percepcion visual*. Recuperado diciembre 3, 2020, de Universitat Oberta de Catalunya: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Disseny\\_grafic/Diseno\\_grafico/Diseno\\_grafico\\_\(Modulo\\_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Disseny_grafic/Diseno_grafico/Diseno_grafico_(Modulo_1).pdf)
- Alcalde, M. A. (2015). Daltonismo y uso de computador en educacion a distancia. *Hamut'ay*, 2(1), 32-48. Recuperado el 15 de julio de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5665699>
- Alulema, M. (2014). *Alteraciones en la percepción cromática en estudiantes de las Unidades Educativas de las Parroquias Rurales del cantón Guano, provincia de Chimborazo, durante el periodo abril – septiembre 2014*. Recuperado Abril 27, 2021, de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/7310>
- Arévalo, L., Patiño Caceres, C., Merchan Bautista, N., Garzon Soche, M. N., Ramirez Diaz, S. M., & Molina Rodriguez, L. A. (2005). *Protocolo de Procedimientos Clinicos en Optometria*. Portugal: Kapra.
- Arteaga, M. (Enero de 2019). *Alteraciones en la percepcion cromatica por agentes neurotoxicos*. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de Instituto tecnologico superior Cordillera.: <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/4539/1/22-OPT-18-18-1724295447.pdf>
- Bahena, R., & Arias, J. (1999). Fototransduccion: Bioquimica de la vision. *Investigacion y desarrollo*, 10-19. Recuperado el 02 de mayo de 2021, de [https://www.researchgate.net/publication/303303085\\_undressing\\_color\\_vision](https://www.researchgate.net/publication/303303085_undressing_color_vision)
- Bazán, M. (2018). *Cromatismo: alteraciones perceptivas en adultos mediante test hardy-rand-rittlér - Centro Ocupacional Medicare. 2018*. Recuperado Agosto 08, 2020, de Institucional UNFV tecnologia medica: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2188>
- Benito, A. (2011). *Introducción a la visión del color*. Recuperado diciembre 3, 2020, de Universidad de Murcia: <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/20340/1/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20visi%C3%B3n%20del%20color.pdf>
- Bonafé, N. (2019, Junio 6). *Estudio clínico sobre la influencia de las alteraciones visuales*. Recuperado Abril 22, 2020, de Universidad Complutense de Madrid: <https://eprints.ucm.es/58625/1/T41634.pdf>
- Cambridge research systems. (2018). *Prueba de color de Cambrige*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de <https://www.crs ltd.com/tools-for-vision-science/measuring-visual-functions/cambridge-colour-test/>
- Carrera, A. D. (Junio de 2018). *Estudio de la vision de el color, comprobando el porcentaje de efectividad del test de Ishihara*. Recuperado el 20 de diciembre de 2020, de Tecnológico Superior Cordillera: <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/>
- Chauvín, M. (2017, Octubre). *Determinación de enfermedades más prevalentes asociadas a disminucion de agudeza visual en niños*. Recuperado septiembre 09, 2020, de Pontificia Universidad Católica:



- <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13944/TESIS%20FINAL%20-%20Disminucio%CC%81n%20de%20la%20agudeza%20visual%20en%20nin%CC%83os%20-%20Mari%CC%81a%20Carolina%20Chauvin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chivirí, K., & Mora, I. (2017, Enero 1). *Como vemos y porque vemos*. Recuperado Enero 20, 2020, de Universidad la Salle : <https://ciencia.lasalle.edu.co/optometria/269/>
- Colormax. (2013). *Lanthony Desaturated D-15*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de Resources: <https://colormax.org/lanthony-desaturated-d-15/#close>
- Colormax. (12 de 03 de 2020). *¿Tiene daltonismo o una deficiencia en la visión del color?* Recuperado el 20 de diciembre de 2020, de Colormax: <https://colormax.org/2020/03/do-you-have-color-blindness-or-a-color-vision-deficiency/>
- Contreras, L., García, D. F., & Calvo, A. (01 de Octubre de 2014). SIPCO - test cromático visual software de diagnóstico en la percepción del dolor. *Revista Vinculos,, 11(2)*, 80-91. Recuperado el 3 de diciembre de 2020, de revistas.udistrital.edu.co: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/9680/10844>
- Conway, B. R., Chatterjee, S., Field, G. D., . Horwitz, G. D., Johnson, E. N., & Koida, K. (2010). Advances in Color Science: From Retina to Behavior. *The Journal of Neuroscience, 30(45)*, 14955-14963. Recuperado el 15 de enero de 2021, de The Journal of Neuroscience: <https://www.jneurosci.org/content/jneuro/30/45/14955.full.pdf>
- Coria, G. (8 de Enero de 2015). *La visión del color en los seres humanos*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de Universidad Valladolid: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/10665/TFG-G1087.pdf>
- Dang, S. (14 de 04 de 2017). *Prueba de daltonismo en los niños*. Recuperado el 03 de Abril de 2019, de American Academy of Ophthalmology: <https://www.aaopt.org/salud-ocular/noticias/pruebas-para-detectar-daltonismo-en-los-ninos>
- Del Pozo, E., & López, V. (2015). *Influencia de la agudeza visual en relación con el rendimiento escolar en niños de 7 a 11 años de la escuela Instituto Técnico Superior Consejo Provincial de Pichincha durante el período junio-noviembre del 2015*. Retrieved 09 08, 2021, from Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9869/TESIS%20AGUDEZA%20VISUAL%20DISMINUIDA%20Y%20RENDIMIENTO%20ESCOLAR%20BAJO-%20ELEANA%20DEL%20POZO-%20VIVIANA%20LOPEZ.pdf?sequence=1>
- Díaz, J., & Hernández, J. (17 de 10 de 2016). *Incidencia de Miopia en estudiantes de tercero a sexto grado, centro escolar, cantón Madre Cacao, Cojutepeque, Abril-Junio 2016*. Recuperado el 08 de 09 de 2020, de Universidad de El Salvador: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/16101/1/Incidencia%20de%20miop%C3%ADa%20en%20estudiantes%20de%20tercero%20a%20sexto%20grado%2C%20Centro%20Escolar%2C%20cant%C3%B3n%20Madre%20Cacao%2C%20Cojutepeque%2C%20Abril%20-%20Junio%202016.pdf>
- Dimieri, L. D. (03 de 22 de 2015). *Aspectos físicos de la visión humana*. Recuperado el 17 de Abril de 2021, de Universidad nacional del Sur: <http://www.gasaneofisica.uns.edu.ar/tesis/neurofisica/LeoDimieri.pdf>
- Domínguez, L. (2015). *Boletín de Información Clínica y Terapéutica*. Academia Nacional de Medicina de México: México. Recuperado el 09 de Septiembre de 2020, de Academia de medicina Mexico.: [https://www.anmm.org.mx/publicaciones/boletin\\_clinico\\_terapeutico/2015/BCT-2-2015.pdf](https://www.anmm.org.mx/publicaciones/boletin_clinico_terapeutico/2015/BCT-2-2015.pdf)
- Ecuador, Asamblea Nacional. (2015, 08 25). *Ley orgánica de educación intercultural(LOEI)*. Recuperado Mayo 12, 2020, de Registro Oficial N° 417: [https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Ley\\_Organica\\_de\\_Educacion\\_Intercultural\\_LOEI\\_codificado.pdf](https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Ley_Organica_de_Educacion_Intercultural_LOEI_codificado.pdf)

- Ecuador, Congreso Nacional. (2002, septiembre 25). *Ley organica del sistema nacional de salud*. Recuperado Abril 22, 2020, de Registro Oficial No. 670:  
<https://www.todaunavida.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/10/ley-sis-nac-salud.pdf>
- Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Archivo Nacional de Datos y Metadatos Estadísticos (ANDA)*. Recuperado Abril 28, 2020, de Estadísticas Sociodemográficas.:  
<https://anda.inec.gob.ec/anda/index.php/queeselanda>
- Ecuador, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Serie informacion estrategica*. Recuperado el 3 de diciembre de 2020, de Mujeres y Hombres del Ecuador en Cifras III.:  
[https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres\\_y\\_Hombres\\_del\\_Ecuador\\_en\\_Cifras\\_III.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Socioeconomico/Mujeres_y_Hombres_del_Ecuador_en_Cifras_III.pdf)
- El confidencial. (29 de 05 de 2020). *¿Qué parte del cerebro actúa para que veamos los colores como los vemos?* Recuperado el 27 de 03 de 2020, de El Confidencial:  
[https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2020-05-29/parte-cerebro-actuar-ver-colores-como-los-vemos\\_2616116/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2020-05-29/parte-cerebro-actuar-ver-colores-como-los-vemos_2616116/)
- España, Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación. (2018). *Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social*. Recuperado el 05 de 13 de 2021, de Edición electrónica de la CIE-10-ES:  
<https://eciemaps.mscls.gob.es/ecieMaps/browser/metabuscaador.html>
- Espín, B. (2015, Abril). *Estudio comparativo de las patologías de la visión*. Recuperado Septiembre 09, 2020, de Instituto Tecnológico Cordillera:  
<http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/138/1/9-OPT-14-15-1721997730.pdf>
- Esquiva, G., Lax, P., & Cuenca, N. (2016). Funciones no visuales de la retina: Razones para cuidar la retina en la ceguera total. *Visión*(48), 12-16. Recuperado el 3 de diciembre de 2020, de Universidad de Alicante. Departamento de Fisiología, Genética y Microbiología:  
<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/57631>
- Ezpeleta, S. (12 de 07 de 2018). *Validez clinica de lentes para la vision defectiva del color*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de Universidad de Granada:  
[https://masteres.ugr.es/mocoa/pages/tfm/\\_doc/tfm2018jul\\_ezpeletagascon\\_silvia/!](https://masteres.ugr.es/mocoa/pages/tfm/_doc/tfm2018jul_ezpeletagascon_silvia/)
- Fanlo Zarazaga, A., Gutiérrez Vázquez, J., & Pueyo Royo, V. (2018). Revisión de los principales test clínicos para evaluar la vision del color. *Archivos de la sociedad española de oftalmología*, 1-8. Obtenido de Universidad Zaragoza:  
[http://zaguan.unizar.es/record/84221/files/texto\\_completo.pdf](http://zaguan.unizar.es/record/84221/files/texto_completo.pdf)
- Fez, D., Luque, M., & Díaz, M. (2001). Directrices para la administración y puntuación del test Farnworth-Munsell de 100 tonos. *Ver y Oír*(57), 413-420. Recuperado julio 30, 2021, de rua.ua.es: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/18427#vpreview>
- Foster, J. (2019). *Aplicacion de la teoria de los colores de Ghoethe en la pintura contemporanea de Arequipa*. Recuperado Abril 22, 2020, de Universidad nacional de San Agustin de Arequipa:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10480/FHacjadf.pdf>
- García, J. (22 de 10 de 2019). La vision cromatica. *Anales Ranm*, 136(3), 262-267. Recuperado el 12 de marzo de 2021, de Analesranm: [https://analesranm.es/wp-content/uploads/2019/numero\\_136\\_03/pdfs/ar136-rev05.pdf](https://analesranm.es/wp-content/uploads/2019/numero_136_03/pdfs/ar136-rev05.pdf)
- García, J., Sánchez Ruiz-Cabello, F. J., Colomer Revuelta, J., Cortés Rico, O., Esparza Olcina, M. J., Sánchez-Ventura, J. G., . . . Martínez Rubio, A. (2016). Valoración de la agudeza visual. *Revista de Pediatría Atención Primaria*, 12(2), 67-74. Recuperado el 15 de julio de 2021, de

- Scielo Rev Pediatr Aten Primaria:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1139-76322016000300019](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1139-76322016000300019)
- García, S. (2011, Febrero 25). *Percepcion luz y color*. Recuperado Septiembre 09, 2020, de Artevisual:  
<https://sites.google.com/site/artevisual3a/el-color/luz-y-color>
- Garrido, G. (2011). *El glaucoma neuropatia óptica*. Recuperado septiembre 09, 2020, de Universidad Salamanca: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3761556>
- Godoy Vidal, J. (2016). *Vitaminas*. Recuperado el 17 de 04 de 2020, de  
<https://slideplayer.es/slide/5389106/>
- Gómez de las Heras, E. B. (2017). *Estudio comparativo de la dacriocistorrinostomía endoscópica nasal frente a la dacriocistorrinostomía transcanalicular con laser de diodo en el tratamiento de la obstrucción nasolagrimal*. Recuperado 03 09, 2020, de Universidad Complutense de Madrid: <https://eprints.ucm.es/41136/1/T38353.pdf>
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2011). *Tratado de Fisiología medica*. Mississippi: Elsevier Saunders. Recuperado el 20 de diciembre de 2020, de [ual.dyndns.org: http://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros10/libro125.pdf](http://www.untumbes.edu.pe/bmedicina/libros/Libros10/libro125.pdf)
- Guzmán, S., Ortíz, E., Lazo, M., & Romero, M. (5 de Junio de 2015). *Fisología del color*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de Prezi: [https://prezi.com/cjbab6hh\\_fyf/la-fisiologia-del-color/](https://prezi.com/cjbab6hh_fyf/la-fisiologia-del-color/)
- Juelas, V., & Valdivieso, A. (2016). *Correlación del tamizaje visual entre docentes y personal de salud en escuelas de Conocoto*. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/12710>
- Kierstand, B. (09 de octubre de 2020). *¿Que es el glaucoma?* Recuperado el 05 de diciembre de 2020, de American academy of oftalmology: <https://www.aaopt.org/salud-ocular/enfermedades/que-es-la-glaucoma>
- Lara, V. (28 de 05 de 2015). *La teoría del color de Goethe y su relación con la personalidad del ser humano*. Recuperado el 22 de Abril de 2020, de Hipertextual:  
<https://hipertextual.com/2015/04/teoria-del-color-goethe>
- Mancha, R. (2018). *Factores de riesgo asociados a la agudeza visual en estudiantes*. Recuperado septiembre 09, 2020, de Universidad nacional de Huancavelica:  
[http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2148/21-.%20T051\\_73611165.PDF.pdf](http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2148/21-.%20T051_73611165.PDF.pdf)
- Martín, R., & Vecilla, G. (2018). *Manual de Optometría*. Valladolid: Médica Panamerica S.A. Recuperado el 20 de diciembre de 2020, de  
<https://hubercmioross.files.wordpress.com/2020/06/manual-de-optometria-martin.pdf>
- Mayorga, M., Rodríguez, M., Medrano, S., & Gene, A. (Enero de 2015). Informe de la salud visual y ocular de los países que conforman la Red Epidemiológica Iberoamericana para la Salud Visual y Ocular (REISVO), 2009 y 2010. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 13(1), 13(1), 11-43. Recuperado el 28 de marzo de 2021, de Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular:  
[https://www.researchgate.net/publication/284275515\\_Informe\\_de\\_la\\_salud\\_visual\\_y\\_ocular\\_de\\_los\\_paises\\_que\\_conforman\\_la\\_Red\\_Epidemiologica\\_Iberoamericana\\_para\\_la\\_Salud\\_Visual\\_y\\_Ocular\\_REISVO\\_2009\\_y\\_2010](https://www.researchgate.net/publication/284275515_Informe_de_la_salud_visual_y_ocular_de_los_paises_que_conforman_la_Red_Epidemiologica_Iberoamericana_para_la_Salud_Visual_y_Ocular_REISVO_2009_y_2010)
- Melcón, D., Gallego, C., & Martín, C. (2004, Junio). *Estudio clínico de la percepción del color aplicando el test TC-COI*. Recuperado diciembre 20, 2020, de Fundación Visión:  
<http://archivos.fundacionvisioncoi.es/TRABAJOS%20INVESTIGACION%20COI/3/TEST%20TC-COI.pdf>

- Menéndez, J. (Enero de 2018). *Hechos extraordinarios relacionados con la visión de los colores, por John Dalton*. (Createspace, Ed.) Recuperado el 23 de Abril de 2020, de Digital.CSIC: <https://digital.csic.es/handle/10261/158755>
- Mera, V. (2016, Mayo 16). *Evaluación visual a niños en edades comprendidas desde los 7 a 11 años de la Escuela Batalla Naval de Jambelí en el sector de Llano Grande*. Recuperado Agosto 09, 2020, de Universidad San Francisco de Quito: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5878/1/124631.pdf>
- Mitte, M., & Mantilla, L. (2014, Enero). *Los errores refractivos más comunes en los niños desde los 5 años hasta los adultos mayores del Distrito Metropolitano de Quito*. Recuperado septiembre 09, 2020, de Universidad de San Francisco de Quito: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2709/1/109132.pdf>
- Molina, D. (2016). *Anatomía y fisiología ocular*. Recuperado Abril 22, 2020, de Docplayer: <https://docplayer.es/12296193-Anatomia-y-fisiologia-ocular-dr-molina.html>
- Moncayo, J. (22 de octubre de 2015). *Color y Sensibilidad al Contraste en Alzheimer*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de Universidad Santo Tomas: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/1022/2015-MoncayoPineda%2CJennifer-Trabajodegrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mondragon, T. (04 de 04 de 2019). *La Teoría de los Colores de Goethe*. Recuperado el 22 de Abril de 2020, de AcademiaPlay: <https://academiaplay.es/la-teoria-de-los-colores-de-goethe/>
- Monireh, S. (Junio de 2017). Prevalencia de deficiencia de visión de color entre soldadores de arco. *Journal of Optometry*(10), 130-134. Recuperado el 12 de julio de 2021, de [journalofoptometry.org](http://www.journalofoptometry.org/en-prevalence-color-vision-deficiency-among-articulo-S1888429616000029): <http://www.journalofoptometry.org/en-prevalence-color-vision-deficiency-among-articulo-S1888429616000029>
- Montés Mico, R. (2011). *Optimetría. Principios básicos y aplicación clínica*. Barcelona: Elsevier. Recuperado diciembre 20, 2020, de <https://www oftalmologos.org.ar/catalogo/items/show/5914>
- Moreno, M., & Sánchez, V. (2016). *Prevalencia de daltonismo en estudiantes de las unidades educativas: Herlinda Toral, Manuel J. Calle, Francisco Febres Cordero, Dolores J. Torres y Octavio Cordero*. Cuenca. 2015. Retrieved diciembre 3, 2020, from Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25348>
- Netdisseny. Diseño Industrial. (2010). *Nociones Básicas de Diseño. Teoría del Color*. Recuperado el 23 de Abril de 2020, de Universidad Budista Youngsan Won: <https://www.studocu.com/ko/document/youngsan-won-buddhist-university/anthropology/%EA%B0%95%EC%9D%98-%ED%95%84%EA%B8%B0/netdisseny-nociones-basicas-de-diseno-teoria-del-color-benicar/3640471/view>
- Neuta, K., & Camacho, M. (12 de Enero de 2012). *Prevalencia de alteraciones al color y de alteraciones visomotoras en tres localidades de Bogotá*. Recuperado el 8 de 8 de Agosto, de Ciencia y tecnología para salud visual y ocular: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol10/iss1/12/>
- Norianne, I., Alapakkam, S., & Gordon, F. (2016, Julio 21). ¿Por qué los bastones son más sensibles que los conos? *The Journal of Physiology*, 54(19), 5415-5426. Recuperado diciembre 3, 2020, de The Journal of Physiology: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5043029/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006, Octubre). *Constitución de la organización mundial de la salud*. Recuperado Abril 22, 2020, de [https://www.who.int/governance/eb/who\\_constitution\\_sp.pdf](https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (2019, Octubre 08). *La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión*. Recuperado Abril 22, 2020, de <https://www.who.int/es/news-room/detail/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>

- Organización Mundial de la Salud, (. (05 de septiembre de 2017). *Ceguera y discapacidad visual*. Recuperado el 27 de abril de 2020, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- Organización mundial de la salud, (OMS). (26 de 02 de 2021). *Ceguera y discapacidad visual*. Recuperado el 22 de Abril de 2021, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- Penilla, N., & Vicario, C. (2015, Enero 12). *Perspectivas actuales en la investigación de las alteraciones de la visión en el color de la diabetes*. Recuperado septiembre 09, 2020, de Universidad Politécnica de Catalunya: <https://core.ac.uk/download/pdf/46579771.pdf>
- Peralta, A. (2017). *Estudio de la importancia del test de Fansworth en la consulta optométrica*. Recuperado 2020, de Tecnológico Superior Cordillera: <https://dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/3348/1/29-OPT-17-17-1714018775.pdf>
- Prado, A., Camas, J., & Laredo, L. (2008). Sensopercepción del color. *Revista Mexicana Oftalmol*, 82(2), 101-110. Recuperado diciembre 3, 2020, de Medigraphic: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2008/rmo082h.pdf>
- Professional medicals products. (10 de 01 de 2012). Manuale D'uso E Manutenzione. *Gima*, 16. Recuperado el 13 de 04 de 2020, de <https://www.gimaitaly.com/DocumentiGIMA/Manuali/ES/M31292ES.pdf>
- Ramírez Cuentas, J. H., Rodríguez Hurtado, D. C., & Alzamora Barrios, B. (2005). Estudio de discromatopsia en escolares y su asociación con la deficiencia de vitamina A. *Portal Regional da BVS*, 44(1), 16. Recuperado el 09 de Septiembre de 2020, de <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-423599>
- Ribeiro, M., & Gomes, A. (27 de Mayo de 2019). Contour Enhancement Algorithm for Improving Visual Perception of Deutan and Protan Dichromats. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 5(5), 79-88. Recuperado el 14 de marzo de 2021, de <https://www.ijimai.org/journal/bibcite/reference/2724>
- Rodríguez, V. (2019). *Agudeza visual y rendimiento académico en niños*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de Universidad de Loja: <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/21947/1/Agudeza%20visual%20y%20rendimiento%20academic%20en%20ni%C3%B1os%20de%20la%20escuela%20Alonso%20de%20Mercadillo%20Loja.pdf>
- Rodríguez, Y., Pola Alvarado, L., Juvier Riesgo, T., Cabal Rodríguez, R., Soto Labastida, A., & Pérez García, E. (2013). Manifestaciones neurooftalmológicas en la enfermedad de Parkinson. *Revista Cubana de Oftalmología*, 26(1), 170-179. Recuperado el 05 de marzo de 2021, de Revista Cubana de Oftalmología: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcuboft/rco-2013/rco131q.pdf>
- Runge, Goethe, Maxwell, & Harris. (2011, Febrero). *Teoría del color*. Recuperado Abril 29, 2020, de Física para todos: <https://fisicaparatodo.files.wordpress.com/2011/02/teorc3ada-del-color2.pdf>
- Salinas, F., Valdés, J., Mejía, E., & Salas, L. (2017, 03). Relación entre rendimiento académico y agudeza visual, en niños de quinto, sexto y séptimo año de básica en la escuela Juan Celio Secaira del cantón San José de Chimbo provincia de Bolívar en el período de noviembre 2013 - abril del 2014. *Revista Científica CSSN "La Ciencia al Servicio de la Salud y Nutrición*, 8, 50-58. Recuperado agosto 14, 2021, de <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/03/982221/5.pdf>

- Sánchez Méndez, F. (2001). El nervio óptico y los trastornos de la visión. *Elsevier*, 38(9), 390-397. Obtenido de docplayer.es: <https://docplayer.es/20691983-El-nervio-optico-y-los-trastornos-de-la-vision.html>
- Sociedad española de pediatría extrahospitalaria, y atención primaria. (2014, febrero 15). *Daltonismo*. Recuperado 11 09, 2019, de <https://sepeap.org/daltonismo>
- Solórzano, M. (2012). La importancia de una buena visión. *Revista Eletrônica Gestão e Saúde*(3), 942-952. Recuperado Diciembre 12, 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5555784>
- Sotil, W., & Calvo, N. (septiembre de 2015). *Tests de visión cromática asistidos por computadora*. Recuperado el 09 de septiembre de 2020, de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/54837/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/54837/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf)
- Traipe, L. (2017, Julio). *Fisiología ocular*. Recuperado Abril 2020, 23, de Oftalandes: [https://www.oftalandes.cl/assets/uploads/2017/07/fisiologia\\_ocular\\_-\\_dr\\_traipe.pdf](https://www.oftalandes.cl/assets/uploads/2017/07/fisiologia_ocular_-_dr_traipe.pdf)
- Vargas, J. A. (2010, Septiembre 13). *The Face of Facebook*. Recuperado Mayo 01, 2020, de The New Yorker: <https://www.newyorker.com/magazine/2010/09/20/the-face-of-facebook#ixzz1wN2i458f>
- Villate, M., Méndez, J., & Echeverry, J. (01 de Septiembre de 2016). Anatomía quirúrgica del ojo: Revisión anatómica del ojo humano y comparación con el ojo porcino. *Morfología*, 8(3), 21-44. Recuperado el 3 de diciembre de 2020, de Universidad nacional de Colombia: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/62493/58712>



Reciba un cordial saludo madre/padre/tutor/representante legal del estudiante de la Unidad Educativa Cesar Borja, el presente comunicado tiene como objetivo informar que los estudiantes de noveno nivel de la Universidad Metropolitana del Ecuador de la carrera de Optometría, realizarán una intervención educativa sobre temas de salud visual a sus hijos(as) en la unidad educativa dentro del horario de clases, la actividad que se desarrollará es un requerimiento para la obtención del título profesional de optómetra.

#### ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Madre ( )

Padre ( )

Tutor ( )

Representante legal ( )

Me encuentro en la entera disposición de colaborar en el desarrollo de la presente investigación, con el fin de realizar la intervención educativa sobre temas de salud visual a mi hijo(a) y así contribuir a las estadísticas nacionales de salud visual en Ecuador.

Se informa la presencia del maestro y/o padres, representante legal, tutor durante el desarrollo de la intervención educativa sobre temas de salud visual, lo cual facilitara información útil para la investigación.

Con conocimiento pleno y goce de mis facultades mentales firmo la presente.

Para que así conste registro firma:

<b>Firma del representante</b>	<b>Nombre y Apellidos del niño(a)</b>	
<b>Legal/tutor/madre/padre</b>		
<b>Firma del investigador:</b> _____	<b>Fecha:</b> _____	

**Anexo 2. Historia Clínica**

**HISTORIA CLINICA– OPTOMETRIA**

Apellido y Nombre:..... Edad:.....

Sexo:..... Fecha de nacimiento:

..... CI:

..... Ocupación:..... Dirección: .....

..... Teléfono:.....

Ultimo control visual:.....

**MOTIVO DE CONSULTA:**

.....

.....

.....

.....



**ANTESCENDESTES FAMILIARES**

GENERALES	OCULARES

**ANTESCENDESTES FAMILIARES**

GENERALES	OCULARES

**EXAMEN EXTERNO**

<p style="text-align: center;"><b>OD</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>OI</b></p> 
--	---



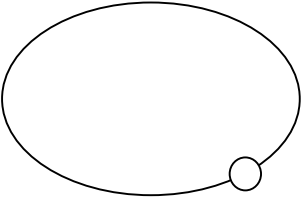

**Observaciones:** .....

.....

.....

.....

**EXPLORACIÓN OFTALMOSCOPICA**

<p><b>OD</b></p> 	<p>.....<b>Cornea</b> .....</p> <p>..... <b>Iris</b> .....</p> <p>..... <b>Pupila</b> .....</p> <p>.....<b>Conjuntiva</b>.....</p> <p>..... <b>Motilidad</b>.....</p>	<p><b>OI</b></p>
---	---	------------------

**Observaciones**

<b>RETINOSCOPIA ESTATICA</b>		<b>AV</b>
<b>OD</b>		
<b>OI</b>		
<b>SUBJETIVO</b>		<b>AV</b>
<b>OD</b>		
<b>OI</b>		
<b>PRUEBA AMBULATORIA</b>		<b>AV</b>
<b>OD</b>		
<b>OI</b>		

**Observaciones:** .....

.....  
 .....  
 .....

RX FINAL	AV VL	ADD	AV VP	DNP
OD:				
OI:				

Observaciones: .....

..... Diagnóstico:

.....  
 .....

VISIÓN CROMÁTICA					
ISHIHARA - VP			FARNSWORTH - VP		
	C/C	S/C		C/C	S/C
OD			OD		
OI			OI		

**OJO DERECHO**

TEST															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RETEST															

**OJO IZQUIERDO**

TEST															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RETEST															

Observaciones: .....

..... Diagnóstico:

.....

.....

Tratamiento/ Conducta:

.....

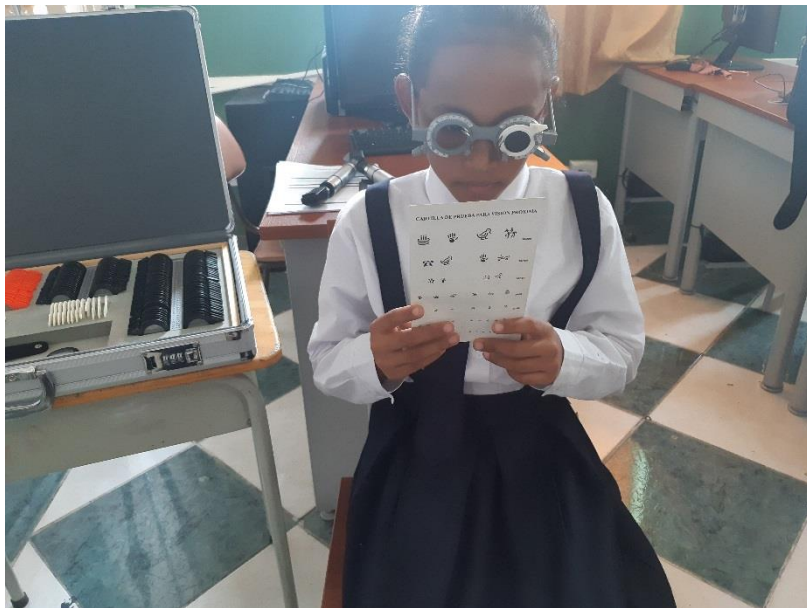
\_\_\_\_\_  
Firma Examinador

\_\_\_\_\_  
Firma del paciente.

**Anexo 3****Encuesta y charla**

**Fuente:** Propia.

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros.

**Toma de agudeza visual**

**Fuente:** Propia.

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros.



**Fuente:** Propia.

**Realizo por:** Irma Lisbeth Padilla Viveros.