

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 DEFECTOS REFRACTIVOS EN NIÑOS DE 5
A 8 AÑOS DE LA ESCUELA “GALO PLAZA LASSO”, SAN CARLOS,
QUITO 2019.**

AUTOR: HÉCTOR PATRICIO NAULA DURÁN

JOHANNA AUGUSTA NAULA GUALLPA

ASESOR: MsC. YOANDRA LICEA REYES

QUITO – 2020

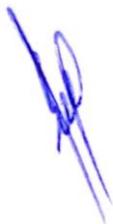
CERTIFICADO DEL ASESOR

MsC. Yoandra Licea Reyes, en calidad de Asesora del trabajo de Investigación designado por disposición del canciller de la UMET, certifico que **HÉCTOR PATRICIO NAULA DURÁN.**, con cédula de identidad No 0104852892 & **JOHANNA AUGUSTA NAULA GUALLPA.**, con cédula de identidad No 0150051605, han culminado el trabajo de investigación, con el tema: **“INCIDENCIA DE DEFECTOS REFRACTIVOS EN NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS DE LA ESCUELA “GALO PLAZA LASSO”, SAN CARLOS – QUITO, 2019”**.

Quienes han 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 a los interesados hacer uso del presente, así como también se autoriza la presentación para la evaluación por parte del jurado respectivo.

Atentamente:



MsC. Yoandra Licea Reyes

CERTIFICADO DE AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa, estudiantes de la Universidad Metropolitana del Ecuador “UMET”, carrera de Optometría, declaramos en forma libre y voluntaria que el presente trabajo de investigación que versa sobre: INCIDENCIAS DE DEFECTOS REFRACTIVOS EN NIÑOS DE 5 A 8 AÑOS EN LA ESCUELA “GALO PLAZA LASSO”, SAN CARLOS - QUITO, 2019 y las expresiones vertidas de la misma, son autoría de los comparecientes, las cuales se han realizado en base a recopilación bibliográfica, consultas de internet y consultas de campo.

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

Atentamente

Héctor Patricio Naula Durán

C.I. 010485289-2

AUTOR

Johanna Augusta Naula Gualpa

C.I. 015005160-5

AUTOR

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Guallpa, en calidad de autores y titulares de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación, INCIDENCIA DE DEFECTOS REFRACTIVOS EN NIÑOS DDE 5 A 8 AÑOS DE LA ESCUELA “GALO PLAZA LASSO”, SAN CARLOS – QUITO, 2019, modalidad Proyecto de investigación de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, cedemos 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. Conservamos a nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizamos 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. 114 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Los autores declaran 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.

Héctor Patricio Naula Durán

CI: 010485289-2

Johanna Augusta Naula Guallpa

CI: 015005160-5

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Vicente y Leonor quienes, con su amor, paciencia, confianza formaron la persona que ahora soy, y que con su gran esfuerzo me han permitido llegar a cumplir uno de mis sueños, gracias por inculcarme la responsabilidad y valentía para no temer a los obstáculos porque sé que Dios siempre está conmigo.

A mi esposa, Johanna Augusta quién con su amor, cariño, confianza, esfuerzo, paciencia y apoyo incondicional me impulsó en el lapso de este proceso.

A mis hermanos, por el gran cariño y amor que me tienen, por apoyarme en los momentos más difíciles, hacerme reír y por un momento hacerme olvidar que estaba lejos de casa, los quiero.

A mis suegros, quienes me aprecian y me brindan un cariño comfortable, por sus oraciones, consejos y palabras de aliento.

A mi hermosa mascota felina quién ha estado siempre a mi lado apoyándome en todos los momentos buenos, malos, felices y tristes, de mi vida, la amo.

Héctor Patricio Naula Durán

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Patricio y Laura quienes, con su amor, paciencia, confianza formaron la persona que ahora soy, y que con su gran esfuerzo me han permitido llegar a cumplir uno de mis sueños, gracias por inculcarme la responsabilidad y valentía para no temer a los obstáculos porque sé que Dios siempre está conmigo.

A mi esposo, Héctor Patricio quién con su amor, cariño, confianza, esfuerzo, paciencia y apoyo incondicional me impulsó en el lapso de este proceso.

A mis hermanas, por el gran cariño y amor que me tienen, por apoyarme en los momentos más difíciles, hacerme reír y por un momento hacerme olvidar que estaba lejos de casa, las adoro.

A mis suegros, quienes me aprecian y me brindan un cariño comfortable, por sus oraciones, consejos y palabras de aliento.

A mi hermosa mascota felina quién ha estado siempre a mi lado apoyándome en todos los momentos buenos, malos, felices y tristes, de mi vida, la amo.

Johanna Augusta Naula Gualpa

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco primero a Dios por darme la vida, la salud, la fuerza y el valor necesario para hacerme crecer como persona y como profesional; a mis tutores MsC. Yoandra Licea Reyes, Dr. Osmani Correa Rojas que con gran esfuerzo y sacrificio revisaban este trabajo para que salga adelante y así lograr convertirme en un buen profesional.

A todo el equipo de docentes de la Universidad Metropolitana de Quito de la facultad de Optometría, quienes dejando por fuera el egoísmo me brindaron todo su conocimiento para formarme como persona y profesional, agradezco el apoyo, confianza y aprecio, se convirtieron en mi segunda familia.

A mi esposo Héctor Patricio, gracias por el apoyo, por creer en mí, sobre todo en momentos complicados, de presión y en aquellos instantes especiales.

A mis padres, suegros y hermanos quiénes con sus llamadas, mensajes, frases de aliento y oraciones me supieron fortalecer hasta llegar a mi meta, gracias les quiero mucho.

A mis amigos, amigas, conocidos, personas que pasaron conmigo en esta etapa hacia mi carrera como profesional, gracias por apoyarme cuando más necesitaba por extenderme su mano en momentos difíciles y por el cariño recibido.

Héctor Patricio Naula Durán

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradezco primero a Dios por darme la vida, la salud, la fuerza y el valor necesario para hacerme crecer como persona y como profesional; a mis tutores MsC. Yoandra Licea Reyes, Dr. Osmani Correa Rojas que con gran esfuerzo y sacrificio revisaban este trabajo para que salga adelante y así lograr convertirme en un buen profesional.

A todo el equipo de docentes de la Universidad Metropolitana de Quito de la facultad de Optometría, quienes dejando por fuera el egoísmo me brindaron todo su conocimiento para formarme como persona y profesional, agradezco el apoyo, confianza y aprecio, se convirtieron en mi segunda familia.

A mi esposo Héctor Patricio, gracias por el apoyo, por creer en mí, sobre todo en momentos complicados, de presión y en aquellos instantes especiales.

A mis padres, suegros y hermanas quiénes con sus llamadas, mensajes, frases de aliento y oraciones me supieron fortalecer hasta llegar a mi meta, gracias les quiero mucho.

A mis amigos, amigas, conocidos, personas que pasaron conmigo en esta etapa hacia mi carrera como profesional, gracias por apoyarme cuando más necesitaba por extenderme su mano en momentos difíciles y por el cariño recibido.

Johanna Augusta Naula Gualpa

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DEL ASESOR	I
CERTIFICADO DE AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	III
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes y justificación.....	3
Situación problemática.....	10
Formulación del problema científico.....	10
Delimitación del problema.....	10
Justificación del problema	11
Formulación de una hipótesis	11
Objetivos de la investigación.....	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
CAPÍTULO I.....	13
1. MARCO TEÓRICO.....	13
1.1 Contexto teórico.....	13
1.2 Conceptos y definiciones teóricas.....	20
1.2.1 Anatomía del ojo	21
1.2.2 Medios refringentes.....	43
1.2.3 Defectos refractivos	52
CAPÍTULO II.....	63
2. MARCO METODOLÓGICO.....	63
2.1 Diseño metodológico de la sistematización.....	63
2.1.1 Contexto y clasificación de la investigación:.....	63
2.2 Universo y muestra:	63
2.3 Metódica:.....	64
2.3.1 Para la recolección de información.....	68
2.3.2 Para el procesamiento de la información.....	69
2.3.3 Técnicas de discusión y síntesis de los resultados.....	69

2.4 Bioética.....	69
2.5 Cronograma de actividades.....	70
CAPÍTULO III.....	71
RESULTADOS.....	71
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Agudeza Visual antes y después.....	71
Tabla 2. Incidencia de defectos refractivos.....	72
Tabla 3. Clasificación de defectos refractivos.....	73
Tabla 4. Distribución de la muestra según la edad.....	74
Tabla 5. Muestra según el sexo.....	75
Tabla 6. Variable grado escolar.....	76
Tabla 7. Relación entre rendimiento escolar y defectos refractivos diagnosticados.....	77

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Anatomía del ojo.....	21
Imagen 2. Músculos extraoculares del ojo.....	25
Imagen 3. Mantos de la lágrima.....	31
Imagen 4. Ojo emétrope vs ojo miope.....	52
Imagen 5. Hipermetropía.....	57

RESUMEN

Los defectos de refracción no corregidos y sin un diagnóstico precoz pueden desencadenar en ametropías con limitación visual, provocando bajo rendimiento escolar. Se realizó un estudio descriptivo de tipo longitudinal prospectivo, con el objetivo de determinar incidencias de defectos refractivos en niños de primer a tercer año de educación básica de la Escuela Galo Plaza Lasso en el sector de San Carlos en el Distrito Metropolitano de Quito, en el período de Marzo - Noviembre 2019. Se midieron variables tales como: agudeza visual antes y después de la corrección óptica, incidencia de defectos refractivos, clasificación de defectos refractivos, edad, sexo, grado escolar y rendimiento escolar. Las variables cualitativas se resumieron mediante frecuencias absolutas y relativas porcentuales. Se utilizó la prueba X^2 al 95% de certeza para comparar frecuencias o asociar variables. Se encontró que antes de la corrección 240 estudiantes presentaron agudeza visual normal y 8 estudiantes limitación visual. Posterior a la corrección 247 estudiantes presentaron agudeza visual normal y 1 estudiante mantuvo limitación visual. Se diagnosticó el 85% (210 estudiantes) con defectos refractivos siendo el de mayor incidencia el astigmatismo que representó el 56% de la muestra. En cuanto al sexo hubo mayor predominio del masculino con edades de 7 años. Los estudiantes de segundo año de educación básica presentaron mayor incidencia de defectos refractivos 44%, y de ellos 107 presentaron dificultades con el rendimiento escolar pertenecientes al 51%.

Palabras claves: Defectos refractivos – Miopía – Hipermetropía – Astigmatismo – Retinoscopia – Agudeza visual.

ABSTRACT

Uncorrected refractive errors and without an early diagnosis can trigger ametropia with visual limitation, causing poor school performance. A prospective longitudinal descriptive study was carried out, with the objective of determining incidences of refractive errors in children from the first to third year of basic education at the Galo Plaza Lasso School in the San Carlos sector in the Metropolitan District of Quito, in the period from March - November 2019. Variables such as: visual acuity before and after optical correction, incidence of refractive errors, classification of refractive errors, age, sex, school grade and school performance were measured. The qualitative variables were summarized using absolute and relative percentage frequencies. The X^2 test was used at 95% certainty to compare frequencies or associate variables. It was found that before correction 240 students had normal visual acuity and 8 students had visual limitation. After correction, 247 students presented normal visual acuity and 1 student maintained visual limitation. 85% (210 students) were diagnosed with refractive errors, the highest incidence being astigmatism, which represented 56% of the sample. Regarding sex, there was a greater predominance of males aged 7 years. Students in the second year of basic education had a higher incidence of refractive errors, 44%, and 107 of them presented difficulties with school performance, corresponding to 51%.

Key words: Refractive defects - Myopia - Hyperopia - Astigmatism - Retinoscopy – Visual acuity.

INTRODUCCIÓN

La visión es una parte importante del sistema nervioso, constituye parte de los sentidos del cuerpo humano, es una función importante que se desarrolla mediante el aprendizaje, entrenamiento y práctica para llegar a estar en forma adecuada, además es la encargada de percibir la información en un 80 a 85% que normalmente obtenemos del entorno externo y de objetos cotidianos que nos rodean; en los primeros años de vida es necesario cuidar el buen desarrollo de la visión, debido a que están relacionados con el aprendizaje, comunicación e interacción con el medio social. Los problemas desencadenados por el déficit visual pueden ocasionar daños en la parte cognoscitiva y en la parte de social del niño, afectando con su rendimiento académico.

El funcionamiento del ojo humano es similar al mecanismo de una cámara fotográfica; la cual utiliza lentes para el enfoque de un objeto con el fin de obtener una imagen clara y sin distorsiones. Tomando como referencia el proceso fotográfico, el ojo humano realiza una actividad equivalente, debido a que la luz debe atravesar un sistema de medios refringentes córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo, para llegar a la retina en donde será transformada en señales eléctricas a través del nervio óptico se dirigen hacia la parte posterior del cerebro específicamente en el área 17 y 18 de Brodmann.

El proceso de la percepción visual inicia en los ojos. Los rayos de luz atraviesan los mismos estimulando así los órganos receptores de la retina, los cuales transforman los rayos luminosos en impulsos eléctricos para transmitirlos por medio de los axones que se ubican en el nervio óptico que se dirige hacia el cerebro. El cerebro es quien se encarga de reconocer, procesar e interpretar las señales eléctricas para transformarlas en una imagen derecha y con sentido. Cualquier anomalía que afecte tanto los medios refringentes como la vía óptica, afecta en menor o mayor grado el acto de la visión.

Entre los 7 y 8 años de edad aproximadamente, el ser humano adquiere un completo desarrollo de la visión, alcanzando un excelente estado de binocularidad y perfeccionamiento sensorial. Para abordar el tema de las fases refractivas del sistema visual, se hará una referencia acerca de los estados ópticos como la emetropía y la

ametropía; el primer estado hace referencia a la condición del ojo en donde se encuentra en reposo y sin acomodación, la luz proveniente del exterior atraviesa los medios refractivos y llegan directamente a la retina en donde se forman las imágenes, lo que significa que se puede observar con claridad todos los objetos de lejos. Mientras que la ametropía es cuando los rayos luminosos atraviesan el ojo hasta llegar a diferentes puntos focales de la retina.

Los defectos de refracción o ametropías son aquellas manifestaciones oculares derivadas por una alteración en el funcionamiento óptico, por las cuales el ojo no proporciona una imagen nítida. Estos defectos aparecen en el momento en que existe un desequilibrio entre el tamaño del globo ocular, curvatura de la córnea, transparencia del cristalino y demás medios refringentes; lo que produce que los rayos luminosos no lleguen a un punto específico de la retina produciendo una ametropía. Siendo la miopía, hipermetropía y astigmatismo los problemas frecuentes.

La edad es un factor importante a considerar en cuanto a la evolución de los defectos de refracción, al nacer la hipermetropía es aproximadamente de tres dioptrías y esta disminuye a medida que la edad aumenta, hasta alrededor de ocho o nueve años en que se estabiliza el desarrollo visual y el paciente debe tener una condición de emetropía. Teniendo en cuenta que existen algunos antecedentes que pueden estar ligados a un defecto visual o ametropía tales como las procedencias hereditarias, congénitas o adquiridas.

Se debe tener en cuenta que la mayoría de personas padecen defectos visuales que no han sido corregidos a tiempo; por lo que un temprano examen optométrico descarta la posibilidad de llegar a adquirir los mismos. Por tal motivo un examen oportuno de la visión es muy importante en edades tempranas de la niñez debido a que en esta etapa existe un alto grado de corrección exitosa mediante una correcta anamnesis, evaluación, diagnóstico, tratamiento y control, teniendo en cuenta que en estas edades, el paciente se encuentra en el proceso de plasticidad ocular; la misma que le permite llegar al estado de emetropización (Molina Curbelo, Ruiz Aday, Valdés Vales, Rodríguez Molina, & Cabrera Rodríguez, 2017).

Antecedentes y justificación

En el estudio de los defectos refractivos no hay una fecha exacta desde cuando se empezaron a realizar investigaciones para corregir o tratar las ametropías, sin embargo, se encontraron restos de objetos relacionados a la óptica en antiguas civilizaciones egipcias, tales como lupas, espejos para enviar señales y que demostraron que se utilizaban para grabar inscripciones en las tumbas de los faraones en Egipto. Alrededor de los siglos VI y II antes de Cristo, Confucio desde China describe en una de sus obras, a un zapatero que usaba vidrios en los ojos, no indica que los mismos fueron de uso curativo o estético; Empédocles en Sicilia hace mención por primera vez el campo visual;

Por la misma época apareció un geómetra alejandrino llamado Euclides planteo que los haces de luz chocan con los objetos produciéndose la sensación visual, precisando el campo visual y binocular; luego Aristóteles menciona una teoría acerca de la vista corta y de la vista larga; continuando con la teoría de la vista corta, Aetius de Amida indica en sus papiros la miopía, con una característica representativa de que las personas miopes poseen ojos saltones; Alhazem considerado el padre de la óptica moderna, por su descubrimiento de las leyes de la refracción mediante varios experimentos como eclipses, arco iris, sombras que son propios de la naturaleza, luego refiere y explica las partes de ojo en la secuencia de la visión (Nazate Leal, 2008).

Desde el siglo XV hasta el año 1881 surgieron nuevos descubrimientos, Leonardo Da Vinci pintor, ingeniero, filósofo y anatomista en su Códice Atlántico describió la teoría de la diplopía representando múltiples imágenes de objetos situados uno tras otro a distancias conocidas, estos bosquejos serian dobles cuanto más próximos al ojo estén dichos objetos, de esta manera pudo plasmarlo en algunas de sus pinturas como Trattato della Pittura de 1468, haciendo relación las ilusiones ópticas en un mundo tridimensional; el médico de la Casa Ducal de Alba, Francisco López de Villalobos en su primera obra Sumario de la Medicina escrita en versos, aporta el concepto de estrabismo como un desequilibrio de un músculo encogido y otro estirado.

El matemático y físico Johannes Kepler considerado el padre de la óptica fisiológica en 1604, publicó algunas hipótesis acerca de la formación de imágenes, en el cual

indica que los rayos procedentes del objeto observado tras refractarse en córnea y cristalino continúan su camino hasta llegar a la retina donde se forma una imagen pequeña e invertida; el óptico Benito Daza de Valdés en su obra publicada El Uso de los Anteojos de 1623, refiere la existencia del defecto conocido como la hipermetropía también describió la ambliopía por falta de uso, la ambliopía anisométrica, luego propuso el tratamiento de la ambliopía por oclusión y expuso el conflicto de adaptación de monóculos en presencia de una anisometropía.

El francés René Descartes filósofo, matemático y astrónomo, escribió las leyes de la reflexión y la refracción, también por primera vez indicó la relación entre la acomodación y el cristalino, describiendo la analogía convergencia miosis; en 1678 el holandés Cristian Huygens estableció la teoría ondulatoria de la luz; inmediatamente Nicolás Malebranche discutió acerca de los seis músculos extraoculares para realizar los movimientos propios del ojo; en el libro Tratado de la Oftalmología de 1722 Charles Saint Yves, comenta las funciones de los músculos extraoculares adicional exploró el estrabismo mediante la técnica que denominó cover test; años más tarde en 1755 en la prestigiosa obra de Johan Gottfried Zinn se muestra un estudio detallado del ojo humano, refiriendo la zónula del cristalino y el tendón de Zinn en honor a su labor (Perea García, 2016).

Los defectos visuales son padecimientos que afectan a las personas debido a los errores refractivos no corregidos, patologías hereditarias, síndromes genéticos, cromosómicos, neurológicos y mediante investigaciones ejecutadas en octubre del 2018 las cifras y datos de La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que alrededor de 1300 millones de personas conviven con algún defecto visual; 188,5 millones de individuos poseen defectos visuales moderados; 217 millones asumen defectos visuales de moderados a graves y 36 millones de personas llegan a la ceguera. Teniendo como origen principal los errores refractivos que no han sido corregidos, cataratas en personas mayores de 50 años y en niños es frecuente la retinopatía del prematuro.

Entre otras causas La Organización Mundial de la Salud (OMS) tiene como principales a la degeneración macular relacionada con la edad, glaucoma, retinopatía diabética, opacidad de la córnea, tracoma, que varían de un país a otro, esto es atribuible a su desarrollo y subdesarrollo, es decir, en los ingresos económicos bajos, medios y altos;

razón por la cual se considera que el 80% de los casos a nivel mundial son corregibles mediante estrategias para prevenir y tratar la visión defectuosa, por medio de la utilización de gafas, armazones con lentes ópticas graduadas, cirugías, tratamientos de terapias visuales con el propósito de mejorar la visión y la calidad de vida de las personas afectadas.

En la ciudad de Ginebra a principios del mes de octubre del 2019 la Organización Mundial de la Salud (OMS) presentó un informe con relación a la visión, acerca de un aumento considerable de 2200 millones de individuos que poseen deficiencia visual o ceguera, indicando que 1000 millones pudieron haber sido evitados si se trataba oportunamente, esto podría deberse al envejecimiento de la población, estilo de vida y el limitado acceso a la atención oftalmológica u optométrica. Refiriendo algunas conclusiones estas podrían ser debido a bajos ingresos económicos, individuos que habitan en zonas rurales, personas con discapacidades, quienes no pueden acceder a un servicio de salud público (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Según resultados de pesquisas realizadas por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) en América Latina y el Caribe, se aprecia que por cada millón de habitantes 20.000 de ellos padecen de alguna discapacidad visual, debido a defectos refractivos, retinopatía diabética, glaucoma congénito, tracoma, catarata, oncocercosis. Tomando en cuenta acerca de los grandes avances tecnológicos en el área de la salud, todavía existe un gran número de individuos que padecen de baja visión 17.000 aproximadamente por cada millón de personas debido al envejecimiento, degeneración macular relacionada con la edad y enfermedades sistémicas tales como la hipertensión, diabetes mellitus, artritis reumatoidea. Alcanzando una cifra de 5.000 individuos ciegos por cada millón de habitantes.

Por otro lado, en América Latina uno de los factores principales de baja visión en niños se debe a la retinopatía del prematuro, los datos indican que por cada millón existen 900 que poseen baja visión, 106 necesitan intervención temprana y 230 apoyo educativo. Motivo por el cual, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) recomienda a todos los gobiernos elaborar guías y programas de defectos refractivos, también impulsar campañas nacionales sobre errores refractivos en la población infantil y realizar una pesquisa optométrica a los escolares por lo menos una vez al año dentro de cada institución educativa; ya que en estudios realizados en niños de

11 a 15 años mostraron la incidencia de la miopía; debido a estas cifras es necesario recalcar que este grupo primario es el más importante ya que ellos son el futuro de la sociedad (Organización Panamericana de la Salud, 2014).

En el continente europeo en el país de España existe un número significativo de fracasos escolares entre el 15 y 30% que son ligados a errores refractivos, mismos que atribuyen a la falta de exámenes visuales optométricos y controles periódicos en edades tempranas para evitar el incremento de ametropías y de fracaso escolar. Por tal razón en un estudio realizado en el mismo país denominado prevalencia de errores refractivos en niños de 5 a 7 años, manifestó que los niños gastan 2 horas diarias de su tiempo en dispositivos electrónicos con un porcentaje del 30% mismo que tiende a aumentar dependiendo de la ametropía que poseen; dentro de los resultados de los defectos refractivos esféricos se reveló que hay hipermétropes con el 43,9% y miopes con el 16,8% (Fundación Alain Afflelou, 2019).

En estudios realizados acerca de los trastornos de la visión por parte de la Comisión para la Igualdad de Oportunidades de Empleo por sus siglas en inglés (EEOC) en Estados Unidos, aproximadamente diez millones de personas poseen trastornos visuales o son ciegos. Otras evaluaciones indican que existe un millón de adultos mayores que son ciegos y aproximadamente dos millones que poseen algunos trastornos de la visión. Se estima que en los próximos treinta años esta cantidad se duplique. Mediante este estudio se determinó que las posibles causas para los trastornos de la visión, incluyendo el daño del ojo y la imposibilidad del cerebro para interpretar los mensajes de los ojos correctamente, las más comunes son la retinopatía diabética, la degeneración macular relacionada con la edad, catarata y glaucoma. Sin embargo, los empleadores todavía excluyen a este grupo de individuos que poseen baja visión por temor a que sea demasiado costoso emplearlos o peor aún a demandas por accidentes laborales (Comisión de Igualdad de Oportunidades de Empleo de EEUU, 2018).

En la ciudad de El Salvador en América Central, se ejecutó un trabajo acerca de la prevalencia de ametropías en un grupo de estudiantes de 6 a 12 años del Centro Escolar Colonia Bernal cantón San Antonio Abad de San Salvador, obteniendo resultados en la muestra de estudio de 38,2% poseían errores refractivos, siendo la ametropía más elevada el astigmatismo miópico en un 53,84%, seguido de miopía en

un 23,08% y de la hipermetropía y astigmatismo hipermetrópico en un valor similar de 11,54%; la variable de sexo femenino tuvo mayor índice con un 53,8%, existiendo el grupo de edad más afectado el de 9 a 12 años con astigmatismo miópico con un 46,14% (Arteaga Rivas & Sandoval De Rivera, 2018).

En Nicaragua en la ciudad de Managua en un escrutinio de datos acerca de la agudeza visual denominado relación de las habilidades visuales de función y eficacia visual con el rendimiento escolar en niños de 3 colegios diferentes ubicados en los departamentos de Rivas, Masaya y León, se atendieron un total de 153 niños, en grupo de edades entre 6 y 7 años, prevaleciendo los que tenían edad de 7 años con el 59,5%, el sexo fue señalado de acuerdo a masculino y femenino siendo el más sobresaliente por poca diferencia el femenino con 50,3%; la muestra de agudeza visual en la escala de 20/20 en visión próxima fue del 87,6% y en visión lejana el 54,9%; el defecto refractivo con más alto número de incidencia fue el astigmatismo hipermetrópico en un 18,3% (Dinarte López, Sánchez Torrez, & Gómez Tijerino, 2016).

En La Habana, Cuba, en el Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer, se efectuó un estudio acerca del defecto refractivo astigmatismo en niños en un grupo de 61 estudiantes equivalente a 122 ojos examinados, en un grupo de niños entre 3 y 9 años de edad, obteniendo como resultados de la mejor agudeza visual corregida fue de 0,94 en el astigmatismo miópico simple y la agudeza visual más baja fue por el astigmatismo miópico compuesto con el 0,22; dentro de la medida del cilindro topográfico y refractivo estuvo conformado por dioptrías de 2,71 y 2,45. Determinando que afecta considerablemente la agudeza visual el astigmatismo miópico compuesto (Pons Castro, Pérez Suárez, Cárdenas Díaz, Méndez Sánchez, & Naranjo Fernández, 2019).

En Colombia una encuesta del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el censo poblacional reportó que, de cada 1.000 niños, ocho presentan discapacidad visual es decir cerca de 20 mil menores de cinco años y 80 mil infantes. El estrabismo es frecuente en la infancia su prevalencia está estimada entre el 1% y el 3% en diferentes poblaciones, lo que está relacionado con la posición inadecuada de los ojos, debido a que los ejes visuales de los dos ojos no se encuentran paralelos impidiendo que sus fóveas sean estimuladas simultáneamente. En una población de

Antioquía se detectó una prevalencia de problemas visuales en menores de doce años con un 15,8%, en el cual prevaleció con un 49,6% la hipermetropía, 31,9% de astigmatismo, 0,83% de problemas patológicos y un 0,42% de problemas ortopteópticos (Márquez Galvis & Cáceres Díaz, 2017).

En la tesis publicada en Bogotá Colombia con el afán de saber la prevalencia de defectos refractivos, alteraciones oculomotoras y grafomotoras en los niños escolares de primer y segundo año correspondientes al colegio Robert F. Kennedy y su incidencia en la lectura y escritura, se concluyó que el defecto refractivo con mayor incidencia es el astigmatismo hipermetrópico con un 55%, astigmatismo miópico de un 7%, astigmatismo mixto del 22%, hipermetropía con el 17%, miopía con un 2% finalizando con una emetropía de un 1%. Estos defectos refractivos fueron tamizados con relación a la lectura y escritura versus el rendimiento escolar con lo que se determinó mediante el análisis de la refracción dinámica de los datos que estos defectos refractivos no inciden directamente sobre el desempeño del niño (Mejía Guzmán, 2017).

En Ecuador la ceguera infantil se puede prevenir, según los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en un programa específicamente para Ecuador, la incidencia de la ceguera infantil es de 0,6 por mil niños, existiendo más de 2.700 niños ciegos y otros 8 mil con algún grado de discapacidad visual, motivo por el cual es de vital importancia priorizar las causas prevenibles y curables de deficiencia visual que constituyen un tema de intervención inmediata. Estos defectos visuales por lo general afectan a niños y niñas en edades tempranas dejando secuelas permanentes e importantes en cuanto a su desarrollo pedagógico, social y económico. Razones por las cuales el Ministerio de Salud Pública (MSP) mediante diferentes organizaciones tales como la Sociedad Ecuatoriana de Oftalmología (SEO), la Sociedad Ecuatoriana de Estrabismo (SEE) y otros, se ven involucrados para la realización de una guía para la atención primaria oftalmológica infantil.

En Ecuador también existe un estudio del proyecto ver para aprender narra otra causa importante a destacar como es la ambliopía, la cual es un defecto de refracción que aún no se ha corregido, en el cual se detectó el 16,29% indicaban una deficiencia refractiva en uno o en ambos ojos en relación al total de 6.143 niños de la ciudad de Quito e Ibarra, en edades comprendidas entre 4 y 16 años de edad. Del total de los

niños examinados 202 equivalente al 3,29% utilizaban alguna corrección óptica. Si la ambliopía es diagnosticada a edades tempranas y la causa es algún defecto refractivo, este podría ser corregido provocando un impacto positivo ante el individuo que lo padece y la población (Ecuador, Ministerio de Salud Pública , 2007).

En el trabajo de titulación de la ciudad de Quito en Ecuador con el propósito de conocer la evaluación visual en los niños de 9 a 12 años pertenecientes a la unidad educativa Borja Montserrat con un grupo de 117 escolares atendidos, se encontró datos relacionados a defectos visuales en los individuos de muestra con un 38%, los niños que poseen ametropías y que utilizan corrección óptica se encuentran en un rango del 30%, la ametropía con mayor incidencia es la miopía con el 24%, la hipermetropía con el 13%, el astigmatismo hipermetrópico con un 16% con relación al valor del astigmatismo miópico que prevalece con el 21%, astigmatismo hipermetrópico compuesto con el 11% y el astigmatismo miópico compuesto y mixto con el 8% (Santillán Micolta, 2016).

La Escuela Galo Plaza Lasso es una escuela de educación regular situada en la provincia de Pichincha, cantón de Quito en la parroquia de Cotocollao; posee sostenimiento fiscal, con jurisdicción Hispana. La modalidad es presencial de jornada matutina, vespertina y nivel educativo de educación básica. Se encuentra situada en Gonzalo Valencia N60-89 y Bartolomé Ruiz, con código postal número 170106, código AMIE 17H00179, tiene un régimen escolar Sierra con tenencia de inmueble propio y con forma de acceso por vía terrestre. Esta institución posee un total de 25 docentes con un número de 21 docentes de género femenino y con 4 docentes de género masculino. Dentro del personal administrativo se encuentran 3 administrativos, de los cuales existen 2 administrativos de género femenino, 1 administrativo de género masculino. La escuela consta con un número de 1005 de estudiantes pertenecientes al establecimiento, en el ámbito femenino posee 467 alumnas y en la parte masculina existen 538 alumnos de género masculino.

Situación problemática

Las ametropías constituyen un motivo de visita al área de optometría e influye en la capacidad de desarrollo de los niños escolares además de tener gran importancia económica y social ya que constituyen un serio problema de salud, tanto por los costos que implica su tratamiento y manejo, como por ser causas frecuentes de disminución de la agudeza visual.

La falta de conocimiento por parte de los padres de familia acerca de los diferentes defectos refractivos que pueden aquejar a sus hijos, por no realizar un examen visual oportuno causado por la falta de información acerca de estos defectos visuales, es otra problemática que tenemos presente en la población.

La realización de un tamizaje visual a un grupo de niños de entre 5 a 8 años, permitirá evaluar las incidencias de defectos refractivos que afectan a estas edades y posterior a ello, remitir un comunicado a los padres y a las respectivas autoridades de la institución para el tratamiento oportuno de los mismos.

Formulación del problema científico

¿Cuál es la incidencia de los defectos refractivos y su relación con los niveles de aprendizaje en niños de primer a tercer año de educación básica de la escuela Galo Plaza Lasso, durante el periodo académico 2018 - 2019?

Delimitación del problema

El Ministerio de Salud Pública no posee un plan de gestión visual que contemple mantener un profesional de la visión que labore con un horario establecido por las normas de trabajo, por otra parte, no contempla financiar ayudas ópticas como lentes, gafas de sol, tratamientos de terapias visuales, debido a los costos que estos requieren.

Debido al poco interés que tiene el gobierno acerca de la salud visual en las instituciones educativas públicas, las mismas no pueden solventar exámenes visuales debido al costo económico de estos, lo que hace que los padres de familia no le den importancia a los problemas visuales que aquejan a los niños, situación que repercute negativamente en el desarrollo educativo y el desempeño social de los mismos.

Justificación del problema

La salud visual hace parte del componente vida saludable y enfermedades crónicas no transmisibles en el plan decenal junto a la salud oral y auditiva. Así mismo la resolución 0412 de 2001 contempla en las actividades de detección temprana de las alteraciones de agudeza visual y de interés en salud pública enfermedades como el estrabismo y las cataratas. El conocimiento de la prevalencia de los defectos refractivos, en la población escolar se convierte en una acción importante para salud pública, ya que el hecho de que los niños no tengan una buena salud visual les puede generar complicaciones a la hora de desarrollar sus actividades escolares como la lectura y la escritura, e incluso en la forma en que se relacionan con su entorno, puesto que, la visión es esencial para el desarrollo intelectual y emocional del niño. Por otra parte, si bien los problemas en los procesos de lectura y escritura han sido asociados con defectos refractivos, en nuestros países latinoamericanos no es clara esta asociación. Por lo anteriormente presentado, esta investigación busca generar una fuente de información sobre la prevalencia de los defectos refractivos, y la relación que estos pueden llegar a tener con el desarrollo de los procesos de lectura y escritura en los niños de primer a tercer año de educación básica de la Escuela Galo Plaza Lasso en Quito. Generando así una fuente de información actual y de fácil acceso, tanto para profesionales relacionados con el tema como para personas que solo desean indagar sobre el contenido de la investigación.

Formulación de una hipótesis

¿Existe relación entre los estados refractivos diagnosticados en los estudiantes y sus niveles de aprendizaje?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

- ✓ Determinar la incidencia de defectos refractivos en niños de primer a tercer año de educación básica de la Escuela Galo Plaza Lasso en el sector de San Carlos en el Distrito Metropolitano de Quito, en el período Marzo - Noviembre 2019.

Objetivos específicos

- ✓ Conocer la agudeza visual antes y después de la corrección óptica en los niños atendidos.
- ✓ Identificar la incidencia de defectos refractivos en la muestra de estudio.
- ✓ Clasificar los defectos refractivos presentes en los educandos estudiados.
- ✓ Distribuir la muestra de estudio según las variables: edad, sexo y grado escolar.
- ✓ Relacionar el rendimiento escolar en estudiantes con defectos refractivos diagnosticados.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Contexto teórico

Los defectos refractivos han aquejado a la humanidad desde tiempos antiguos, se basa desde antes de la aparición de Cristo; los mismos que en esa época aún no se encontraba la forma de corregirlos, de tal manera las personas que padecían defectos visuales se escondían de la sociedad porque se les consideraba enfermos. Es así que varios investigadores empezaron a estudiar el comportamiento de los ojos y las ametropías visuales, siendo uno de los primeros en aparecer el filósofo Alcmeón de Crotona en el año 500 antes de Cristo habla acerca de la conjunción de los nervios ópticos en el quiasma y la unión de ellos en el cerebro obteniendo la imagen del objeto (Florián Díaz, 2015).

El griego considerado padre de la medicina Hipócrates de Cos en 460 narra el comportamiento del estrabismo como herencia de padres con defectos en la visión y de la aparición de un punto remoto y un punto próximo en la visión; en el año 335 el primer médico calcedonio Herófilo de Calcedonia menciona a la córnea, coroides y retina como las capas que componen el ojo también menciona que el ojo humano contiene en su interior humor vítreo y cristalino; el filósofo Tito Lucrecio Caro en el año 99 define el mínimo visible y el mínimo separable; el filósofo fraile franciscano Roger Bacon en 1267 determina unos vidrios que facilita ver los objetos más grandes por lo que se le reconoce como el pionero en el primer prototipo de los anteojos; el filósofo astrónomo Giovanni Batista della Porta en 1593 detalla en el libro *De Refractione Optices* el reflejo pupilar fotomotor.

En el siglo XVII en el año 1613 el jesuita matemático Franciscus Aguilonius en sus escritos aportó la descripción del horóptero, explicó la dirección visual egocéntrica y la diferencia entre la visión monocular y binocular, por este motivo los investigadores indican que el test de Lang-Verrey debería llamarse el test de Aguilonius justamente por esta contribución; el jesuita alemán Christoph Scheiner en 1619 realizó una publicación de sus investigaciones llamado *El Tratado de Óptica Fisiológica* en el cual describe que anteponiendo al ojo humano una pantalla que posee 2 perforaciones del mismo tamaño asemejándose a agujeros estenopeicos, intercalados entre sí en 3 o

4 milímetros, mirando a un punto luminoso a distancia lejana, si la persona logra ver un solo punto se considera emétrope y si la persona logra ver 2 puntos posee un defecto visual sea miopía o hipermetropía, siendo este el primer optómetro en la historia de la optometría; entre 1675 y 1694 el arquitecto, matemático y físico Philippe de la Hire en uno de sus trabajos afirma que sobrepuso directamente vidrios encima de la córnea y admite la similitud de los índices de refracción del cristal y los medios refringentes, manifestando que la miopía podía tener un origen corneal o axial.

A inicios del siglo XVIII en el tratado llamado Opticks de 1704 escrito por el filósofo, matemático y astrónomo Sir Isaac Newton plantea varias teorías entre ellas la teoría corpuscular de la luz, la descomposición de la luz a través de un prisma, la refracción de la luz al atravesar los medios refringentes córnea y cristalino, siendo el precursor de la hipermetropía por ser el primero en diagnosticarla y corregirla mediante lentes convexas; el fraile benedictino padre Fray Benito Feijóo relata en su libro el Trabajo Crítico Universal de 1750 el fenómeno aniseiconía mediante experimentos en el que representaba en un ojo el triple de la medida que en el ojo contralateral de manera que cuando la persona observa un objeto, uno de los dos ojos se desvía; el profesor de anatomía Martín Martínez menciona la diferencia entre visión central y visión periférica, sin haberse descubierto aun la mácula y la fovea, además explica la teoría de la correspondencia retiniana en el libro Anatomía Completa del Hombre.

El irlandés George Berkeley obispo, filósofo y teólogo complementa la idea de Johannes Kepler acerca de que los rayos que entran por el ojo se forman directo en la retina, es decir los rayos que lleguen a la retina son ojos emétopes y los rayos que lleguen antes o después de la retina son ojos amétopes; el matemático alemán Abraham Gotthelf Kastner en 1755 en sus textos denomina a las personas largas de vista como hiperprébitas deduciendo matemáticamente el principio de la hipermetropía; en Francia el oculista Jean Janin de Combe Blanche en 1772 fue el primer autor en acentuar el defecto de la hipermetropía en un escrito, aportando la clínica y el tratamiento para esta ametropía; en estos mismos años el biólogo matemático George Louis Leclerc Conde de Buffon en su investigación acerca del estrabismo subrayó la ambliopía asociada al estrabismo, revelando varios tratamientos para la misma mediante la oclusión y penalización óptica (Perea García, Panorama Histórico, 2016).

La investigación continua en el siglo XIX con el políglota, médico y físico Thomas Young al margen de todas las observaciones que sus predecesores habían realizado, él recalcó la primera referencia y descripción del astigmatismo en 1800, mediante un optómetro que inventó, proponiendo una técnica para corregir el astigmatismo en la cual indica que los cristales de las gafas deben colocarse en una explícita posición sobre el armazón, también demostró que el cristalino es responsable de la acomodación y que disminuye su función conforme avanza la edad; en 1812 se manifiesta un astigmatismo hipermetrópico por el investigador Sachs en un experimento que realizó en su propio ojo y en el de su hermana; el científico Chossat en 1818 contribuyó a la anatomía del ojo con los índices de refracción de los medios refringentes; en 1823 el anatomista botánico Johannes Evangelista Purkinje descubrió las imágenes que llevan su nombre y el nistagmo optocinético (Belmonte Martínez, 2006).

El holandés profesor de anatomía Franciscus Cornelius Donders discípulo de Albrecht Von Graefe, en 1845 conceptualizó la influencia que los dispositivos de acomodación y convergencia provocan sobre el equilibrio oculomotor, además recalcó que la acomodación puede ocultar el verdadero valor de la hipermetropía por lo que sugirió el uso de ciclopéjicos; el inspector general francés de puentes y carreteras Vallée discurre al astigmatismo igual de frecuente como la miopía y la hipermetropía y enfatiza que para su corrección es necesario el uso de lentes cilíndricas con ejes cruzados perpendicularmente; en 1850 el médico Herman Von Helmholtz comunicó a la sociedad física de Berlín su descubrimiento acerca de un espejo que serviría para observar el fondo de ojo, inventando el primer oftalmoscopio; en 1862 el oculista holandés Herman Snellen planteó un diseño para cuantificar la agudeza visual mediante un optotipo de letras que lleva su nombre, siendo el primer médico que implementó esta estandarización.

En 1874 el profesor Julius Hirschberg acentuó una prueba para calcular el ángulo de desviación del estrabismo el nombrado test de Hirschberg; el alemán August Muller en 1889 describe el tratamiento de la miopía mediante lentes de contacto talladas; el médico catedrático Santiago Ramón y Cajal en 1893 clasificó y describió por vez primera las diez capas de la retina que conforman el ojo; en 1890 el físico Charles Prentice en su escrito titulado Lentes Oftálmicas propone una nueva unidad de medida prismática conocida como notación de Prentice; el estudioso Ernest Edmund

Maddox refiere cuatro tipos de vergencia, la vergencia tónica, acomodativa, fusional y proximal, siendo la convergencia acomodativa descrita anteriormente por Muller, también proporcionó una herramienta de ortóptica la varilla de Maddox.

En el siglo XX se inventaron nuevos test para la detección de las diferentes ametropías y complicaciones oculares en 1980 Harley Edison Amaral Bicas matizó la variación del efecto prismático según la posición; años posteriores Joseph Lang presentó su test de estereopsis; por esas mismas fechas Bruno Bagolini mostró su estudio acerca de los movimiento fusionales anómalos inducidos por prismas como una corrección prequirúrgica; en el año 1990 Miguel Ángel Zato concede la toxina botulínica como tratamiento de corrección del estrabismo; en 1992 Maurice Alain Queré acentuó el test de elongación muscular. Finalizando así en el siglo XXI con el investigador Fernando Gómez de Liaño en 2004 realiza una investigación profunda acerca de la Desviación Vertical Disociada (DVD) que reconoce 14 formas clínicas específicas denominando a este prototipo Elevación Alternante Especial (EAE); el oftalmólogo José Perea en el 2010 demostró el primer equipo de video oculografía al cual lo denominó VOG-Perea (Perea García, 2016).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en un informe presentado en octubre del 2019, manifiesta que existen por lo menos 2200 millones de habitantes que poseen alguna deficiencia visual o ceguera, de los cuales 1000 millones pudieron haberse evitado con un tratamiento oportuno. Refieren a que los factores primordiales que causan estos defectos visuales oculares son los lugares rurales en donde residen, los bajos ingresos económicos, un alto número de personas que padecen discapacidades y poblaciones de etnias indígenas. Un factor adicional sería el crecimiento de la población adulto mayor debido a que las patologías oculares aumentan según avanza la edad. Motivo por el cual esta entidad ha creado varios planes estratégicos que se desarrollan en cada uno de los países aliados por medio de asociaciones de salud de los mismos; con el objetivo de reducir el número de personas que poseen alguna discapacidad visual proporcionando una atención visual ocular oportuna (Organización Mundial de la Salud, 2019).

En la estrategia titulada plan de acción mundial sobre salud ocular 2014-2019 de la Organización Mundial de la Salud (OMS) plantea como objetivo principal la reducción de la deficiencia ocular evitable como problema y garantizar servicios de salud a las

personas para el cual se ofrece mejorar la vigilancia y coordinación de los recursos económicos y humanos con el fin de precautelar la salud visual. Para el determinado plan se han descrito tres objetivos, el primero se refiere a la tabulación de datos acerca de la dimensión y orígenes de las deficiencias, tanto visuales como de servicios de atención médica, mediante los cuales se proveerá una presión de compromiso en la parte financiera y política; el siguiente objetivo insiste en la creación y ejecución de programas dinámicos, motivacionales y de salud ocular que fortalezcan los mismos con el objetivo de obtener resultados positivos; en el tercer objetivo se pretende incluir todos los sectores afines a la salud ocular mediante convenios que favorezcan esta causa.

El plan de acción mundial tiene como la idea primordial que ningún individuo sufra una discapacidad visual por causas que pueden ser previsibles, con el propósito de que todos puedan alcanzar una vida plena, saludable y socialmente aceptable, accediendo a todos los servicios médicos de salud en las especialidades optométricas y oftalmológicas sin costo alguno. Todo esto es posible mediante la colaboración de las diferentes asociaciones y entidades internacionales con el fin de fortalecer los planes y estrategias para la prevención de la discapacidad visual y ceguera. A este plan también se ha unido el Organismo Internacional de Prevención de la Ceguera para fortalecer el derecho a la visión combatiendo en el Programa de Lucha contra la Oncocercosis y la Alianza de la OMS para la eliminación mundial del tracoma para el año 2020, proporcionando mayor solidez al plan de acción (Organización Mundial de la Salud, 2019).

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) en conjunto con la Organización Mundial de la Salud (OMS) han enmarcado planes y resoluciones mediante programas nacionales obteniendo resultados favorables contra el aumento de ceguera. Estos datos han sido recopilados por cada país aliado, mismos que demuestran que los servicios de salud visual se han incrementado favorablemente disminuyendo así el número de habitantes con deficiencias visuales. Dentro de este plan se ha desarrollado una táctica para prevenir la ceguera en niños mediante guías de atención neonatal que consta de exámenes prenatales, perinatales, postnatales y escolares con el propósito de detectar, prevenir y dar tratamiento a las patologías en menores como la retinopatía del prematuro, catarata congénita y ambliopía (Organización Panamericana de la Salud, 2014).

En un estudio ejecutado en la ciudad de México, nombrado determinación del estado refractivo en niños sanos en el Hospital General de México, se realizó un pesquisaje en un total de 200 pacientes en edades de 6 y 12 años, en el cual 101 pertenecen al sexo masculino y 99 al sexo femenino, con una edad media de 9 años. Se halló que el 22,5% eran hipermétropes, con un 4% de miopes clasificados entre leve y moderada; los pacientes astígmatas se clasificaron dependiendo el tipo de astigmatismo que poseían al momento del exámen optométrico, obteniendo datos como astigmatismo miópico simple 9,5%, astigmatismo hipermetrópico simple 6%, astigmatismo miópico compuesto 11,5%, astigmatismo hipermetrópico compuesto 8,5%, astigmatismo mixto 17,5% y la emetropía con un 20,5% de casos. De esta manera se determinó que el defecto refractivo predominante fue la hipermetropía con 45 pacientes (Ramírez Sánchez, Arroyo Yllanes, & Magaña García, 2003).

En el Municipio de Cane de La Paz Honduras, se ejecutó un estudio de prevalencia de defectos de refracción en escolares de primero a sexto grado del centro educativo Manuel Francisco Vélez, en el cual se realizó un exámen optométrico a 303 escolares entre 6 y 13 años de edad, de los cuales 51,16% fueron varones y 48,84% mujeres, utilizando la cartilla de Snellen para la toma de la agudeza visual, siendo predominante el defecto refractivo en niños de 6 a 8 años, obteniendo datos en la agudeza visual de 92% normal, 6% leve, 2% moderada; los síntomas asociados a los defectos refractivos encontrados fueron el dolor ocular 3,57%, lagrimeo 10,71%, irritación 14,28%, fotofobia 17,85%, prurito 21,42% y siendo el síntoma predominante la cefalea con un 32,24% (Avilés Pavón, Erazo Recinos, Galo Canaca, & Humberto Melendez, 2017).

En Venezuela en la ciudad de Maracay se efectuó una recopilación de datos de pacientes con retinopatía de la prematuridad tipo 1 en edad preescolar, diagnosticados en el servicio autónomo del Hospital Central de Maracay, mediante test oftalmológicos. Los pacientes examinados fueron un total 15 en edades de 5 y 6 años, preponderando el sexo masculino en un 53,33%; la agudeza visual con corrección en el mejor ojo se determinó de la siguiente manera, visión normal 60%, cercana a lo normal 27%, baja visión 6,66% y ceguera 6,66%; dando como resultado los subsiguientes datos, el astigmatismo fue la ametropía de mayor índice de diagnóstico con el 63,33%, seguido de la hipermetropía el 16,67%, miopía 3,33% y un 16,67% no evaluable (Valera Gordillo, 2016).

En Lima capital de Perú, se cometió un pesquisaje de ametropías en escolares de nivel primaria en el Colegio María de la Providencia en Breña, trabajando con un grupo de 113 alumnos en edades comprendidas entre 6 a 12 años, divididos en grupos escolares de primer grado a sexto grado, predominando con mayor número de alumnos el segundo grado de estudio; existiendo en su mayoría el sexo femenino 65%, en un análisis de agudeza visual se obtuvo como mayor cantidad una agudeza visual normal con el 65,5%; se determinó que el 65,5% eran emétopes, clasificando las deficiencias visuales en miopía con 0,9%, la hipermetropía con 1,8%, siendo el rango más alto el astigmatismo con el 31,8%, quedando un total de 34,5% de pacientes con ametropías (Lama La Rosa, 2019).

En Colombia los miembros de la Fundación Universitaria del Área Andina efectuaron una caracterización visual en niños escolares en Pereira en el grupo comprendido desde la primera infancia hasta quinto grado de educación, recopilando 316 historias clínicas de la muestra de estudio, con un índice de 57,9% de sexo masculino; los defectos visuales fueron cuantificados monocularmente, obteniendo datos como ojo derecho emetropía 58,2%, hipermetropía 33,2%, astigmatismo 15,8%, miopía 3,8%; de manera similar en el ojo izquierdo emetropía 57,6%, hipermetropía 33,2%, astigmatismo 17,4% y miopía 4,4%. Cuantificando totales se definió que la emetropía tuvo mayor incidencia, tomando en cuenta ambos ojos la hipermetropía lidera con 33,2% en cuanto a los defectos visuales en los escolares estudiados.

En Ecuador en la ciudad de Guaranda provincia de Bolívar, en el proyecto denominado diagnóstico de la incidencia de defectos refractivos en los habitantes pediátricos que asisten a la Fundación su cambio por el cambio, se exploró a 34 pacientes sobresaliendo el sexo masculino con un 52,94%, las edades comprendidas de los mismos estuvieron entre 4 y 9 años siendo un número con mayor cantidad los niños de 6 y 7 años con 61,11%; en la toma de agudeza visual se encontró predominancia de 18 escolares y 2 no escolares que representan la agudeza visual normal 20/20; los estados refractivos en la muestra de estudio se estimaron según el sexo y predominancia con los siguientes datos, astigmatismo 11 masculino, hipermetropía 6 femenino (Reyes Argüello, 2017).

En la provincia de Pichincha en la ciudad de Quito, se perpetró una evaluación visual de niños en edades comprendidas entre 7 y 12 años en la escuela República de

Colombia ubicada en la parroquia de Guayllabamba, obteniendo cifras para un estudio de tesis; los párvulos examinados fueron un total de 100, habiendo en mayor número los que se encontraban en edades de 8 y 9 años con un 42%, coexistiendo el género femenino con superior número en un 53%; la agudeza visual examinada que preponderó fue normal 20/20 con el 71% en el ojo derecho y 67% en el ojo izquierdo, determinando que la emetropía fue el diagnóstico con alta prevalencia en los niños de estudio con 32%, encontrando el 1% atribuido a un caso de ambliopía (Bermúdez Mendoza, 2016).

1.2 Conceptos y definiciones teóricas

Los seres humanos carecen de su sistema visual completamente formado al nacer, debido a que su sistema no ha alcanzado la madurez estructural y funcional, ya que se encuentra aún en etapa de desarrollo, el mismo se irá perfeccionando conforme la corteza occipital del cerebro reciba la correcta estimulación y de esta manera alcanzar la visión completa, ya que estudios demuestran que el ser humano llega a su máxima funcionalidad visual a partir de los 8 años al término del período de plasticidad, cualquier anomalía que se presente en esta etapa puede ocasionar la presencia de defectos refractivos.

Los sentidos proporcionan información vital acerca del medio ambiente que rodea al ser humano, siendo el sentido de la visión en el que ponemos mayor confianza se deposita. Independientemente de los problemas visuales que se conocen; la visión facilita el desplazamiento de manera segura diariamente, al mismo tiempo permite ver claramente a las personas, leer, escribir y sobre todo percibir los sucesos desarrollados en el medio. El aparato físico encargado de recopilar la información visual es el ojo y los circuitos cerebrales que la procesan son el sistema más complejo de todos los sentidos. El cerebro es aquel componente que le otorga más espacio a la visión que a todos los demás sentidos juntos.

Para lograr una habilidad visual, eficaz y operacional completa depende de varios factores estructurales, no solo a nivel sensorial sino también anatómico empezando desde el medio externo por el cráneo y los anexos oculares como son cejas, párpados, pestañas, sistema lagrimal que protegen al globo ocular y en la parte interna sus diferentes estructuras como son los medios refringentes del ojo córnea, humor acuoso, cristalino, humor vítreo hasta llegar a la retina en donde la luz se

convierte en impulsos nerviosos llevando información mediante señales eléctricas hasta el cerebro en donde se produce el proceso de la visión.

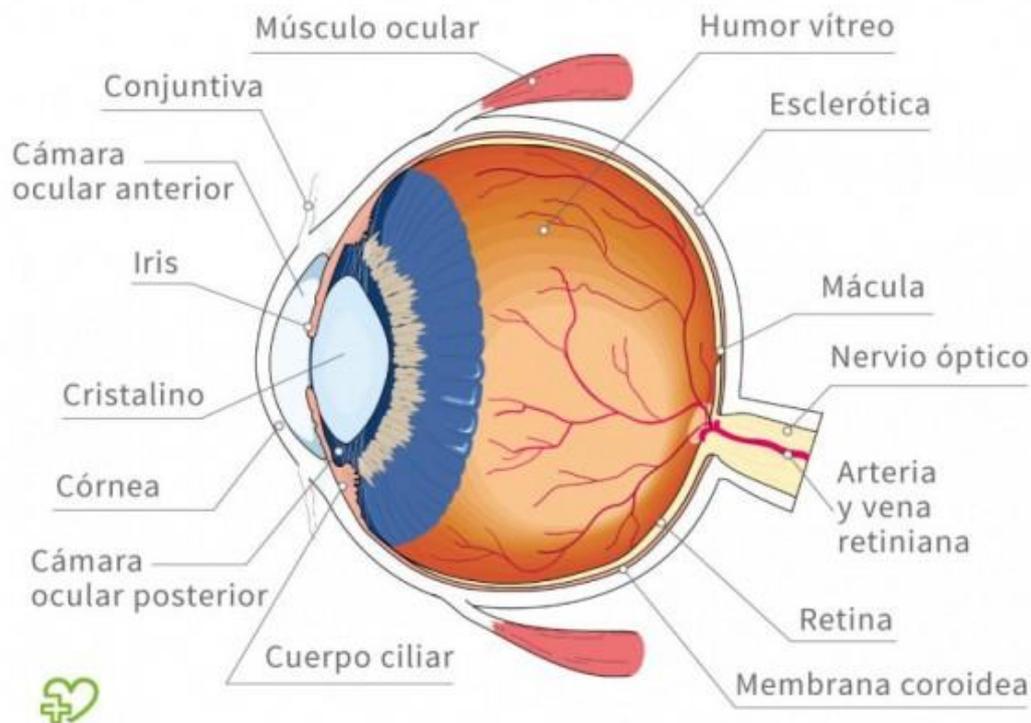


Imagen 1. Anatomía del ojo.

Fuente: (Onmeda, 2016).

1.2.1 Anatomía del ojo

Las órbitas son cavidades profundas que se encuentran separadas por las fosas nasales, están ubicadas entre la cara y el cráneo, por debajo de la fosa cerebral anterior y por encima del seno maxilar con un tamaño de 35 milímetros de alto, 40 milímetros de ancho y 45 milímetros de profundidad; las cavidades orbitarias abarcan al globo ocular, estas son en un número de dos, siendo simétricas, ovaladas en su parte anterior y en forma de pirámide cuadrangular, conformada por los huesos frontal, cigomático, maxilar superior, lagrimal, etmoides, palatino, esfenoides con su ala mayor y ala menor.

La forma de pirámide cuadrangular está delimitada hacia su parte posterior con un vértice que se relaciona con la hendidura esfenoidal; una base anterior el cual es el reborde orbitario que agrupa al hueso frontal en la parte superior, a la apófisis frontal del hueso maxilar en la zona media, la apófisis cigomática del hueso maxilar y el

hueso cigomático en la banda inferior, el cigomático, la apófisis frontal del hueso cigomático y la apófisis cigomática del hueso frontal en la parte lateral; el techo se encuentra conformado por el hueso frontal y la ala menor del esfenoides en donde externamente se encuentran la fosa lagrimal e internamente la fosa troclear; el suelo está comprendido por el hueso maxilar superior, cigomático y palatino; la pared lateral o externa está estructurada por el hueso cigomático y el ala menor del esfenoides y la pared medial interna o externa por el maxilar superior, hueso lagrimal, etmoides y esfenoides. En estos huesos también se albergan grasa orbitaria y músculos extraoculares.

La grasa orbitaria rodea los músculos extraoculares mediante un tejido adiposo semifluido en forma de lóbulos más o menos fabricados por los tractos fibrosos derivados de la cápsula de Tenon, cumpliendo la función de relleno y a su vez la de facilitar el movimiento entre sí de las estructuras orbitarias principalmente el globo ocular. La rotación de cada globo ocular es controlada por seis músculos extraoculares, cuatro músculos rectos y dos oblicuos que realizan los movimientos del ojo unos al contraerse y otros al relajarse de forma coordinada, adicional un músculo elevador del párpado que realiza la función del mismo nombre.

Los seis músculos extraoculares son músculo recto superior, recto inferior, recto lateral, recto medio, oblicuo superior y oblicuo inferior, los cuales se originan en el vértice de la órbita en un ovalo que circunda al agujero óptico excepto el oblicuo inferior, produciendo movimientos individuales, pero de acción coordinada con los contiguos. En el movimiento de los ojos participan los músculos agonistas aquellos que realizan la acción primaria es decir el músculo primario que mueve el ojo a una posición definida; los músculos sinergistas ayudan al agonista con la acción secundaria es decir es el músculo del mismo ojo que actúa como el agonista para producir un movimiento; los músculos antagonistas son los que se relajan o distienden en un movimiento específico, es decir es el que actúa contrario a la acción del agonista y los músculos yunta aparecen cuando los ojos se mueven en la misma dirección y en el mismo sentido por el músculo.

El músculo recto superior tiene su origen en el vértice de la órbita ocular en el anillo de Zinn, su recorrido va de atrás hacia adelante por el techo de la órbita tiene relación directa con el músculo elevador del párpado, nervio frontal, oblicuo mayor, por debajo

con el nervio óptico, esclerótica, vértice de la cavidad orbitaria y anillo de Zinn; su longitud promedio es de 41,8 milímetros, el tendón de 5,8 milímetros y un ancho de 10,6 milímetros; su inserción superiormente es a 7,7 milímetros del limbo esclerocorneal, el tendón a 4 milímetros y el arco de 6,5 milímetros; forma un ángulo de 23 grados con el eje óptico cuando se dirige la mirada hacia adelante; su vascularización está dada por la rama muscular superior de la arteria oftálmica, el sistema arterial por la arteria oftálmica y arteria ciliar y el sistema venoso por las venas orbitarias superior e inferior, está inervado por el tercer par craneal o motor ocular común; posee tres acciones, la primaria es la elevación a 23 grados, la secundaria es la incicloducción a 67 grados y la terciaria en aducción a 67 grados. Sus músculos sinergistas son el músculo recto medio, inferior y oblicuo superior.

El músculo recto inferior se origina en el anillo de Zinn en el ápex orbitario tiene su inserción inferiormente a 6,5 milímetros del limbo, sus medidas equivalen a 40 milímetros de longitud, a 5,5 milímetros de tendón y 9,8 milímetros de ancho; se encuentra vascularizado por la arteria infraorbitaria y por la rama de la arteria oftálmica misma que contiene la arteria muscular inferior, la arteria lacrimal y la arteria muscular superior; la inervación de este músculo está dada por el tercer par craneal o motor ocular común de la rama inferior; el mismo que recorre de atrás hacia adelante por debajo de nervio óptico y se inserta en la parte inferior de la esclerótica, además realiza tres acciones, la primaria es depresión, la secundaria es la excicloducción, la terciaria es la aducción, también es sinergista de los músculos recto medio, recto superior y oblicuo superior.

El músculo recto lateral o también conocido como externo nace en las ramas superior e inferior del anillo de Zinn que puntea la fisura orbital superior y el ala menor de los esfenoides, viaja de atrás hacia adelante extendiéndose a lo largo de la pared lateral de la órbita cruzando el tendón del músculo oblicuo inferior e insertándose en la esclera; tiene una inserción lateral a 6,9 milímetros del limbo esclerocorneal; posee un tamaño de 40,6 milímetros de longitud, 8 milímetros de tendón y 9,2 milímetros de ancho, lo inerva el sexto par craneal también llamado motor ocular externo o abducens; la vascularización está realizada por la arteria lagrimal y oftálmica, su única acción es la abducción; se halla relacionado por la pared externa de la órbita, sus ases externas tienen relación en su tercio inferior con la porción orbitaria de la glándula lagrimal; sus músculos sinergistas son el oblicuo superior y oblicuo inferior.

El músculo recto medio o también nombrado interno es el más robusto y poderoso, germina en el anillo de Zinn, tiene su inserción medialmente a 5,5 milímetros del limbo esclerocorneal, lo vasculariza la rama muscular inferior de la arteria oftálmica tiene una longitud de 40,8 milímetros, un tendón de 3,7 milímetros y un ancho de 10,3 milímetros, se encuentra inervado por el tercer par craneal o denotado motor ocular común, su acción es de la aducción y es sinergista del músculo recto superior e inferior. Siendo el único músculo que no presenta enlaces con los músculos oblicuos a través de sus vainas, de tal manera que la pérdida de este músculo en una cirugía, al desconectarlo puede ser catastrófica por estar falto de los frenos que este supone.

El músculo oblicuo inferior o también reconocido como menor, se origina de una depresión en el piso de la órbita cerca al borde orbitario en el ángulo inferointerno de la órbita en el hueso maxilar, está en contacto en su cara inferior convexa con el suelo de la órbita y el músculo recto externo, su cara superior es cóncava con el globo ocular, presenta su inserción en el cuadrante temporal posteroinferior a nivel de la mácula, presenta un tamaño de 37 milímetros de longitud, 9 milímetros de ancho y no posee tendón, está vascularizado por la rama muscular inferior de la arteria oftálmica y la arteria infraorbitaria. El tercer par craneal o motor ocular común es el que lo inerva, posee tres acciones, primaria excicloducción, secundaria elevación y terciaria abducción; es sinergista con el músculo recto superior, recto externo y oblicuo superior.

El músculo oblicuo superior o mayor, brota medialmente al foramen óptico entre el anillo de Zinn y la periorbita se desliza originalmente por encima y medialmente del agujero óptico tras pasa a través de la tróclea por el ángulo entre la pared superior y medial reflejándose hacia atrás y lateralmente para insertarse en el cuadrante superior posterior al globo ocular, su inserción sigue hasta la tróclea en el borde orbitario, luego inferior y superior al recto superior posterior al centro de rotación, tiene su inervación por el cuarto par craneal o patético, posee relación entre el recto superior y el recto interno, su cara interna de tejido adiposo o grasa orbitaria rodea el nervio óptico externo periostio orbitario, mantiene su vascularización por la rama muscular superior de la arteria oftálmica, se asume una longitud de 40 milímetros, un tendón de 20 milímetros y un ancho de 10,8 milímetros, presenta tres acciones, la primaria incicloducción, la secundaria depresión y la terciaria abducción; es sinergista con los músculos recto medio, recto superior, oblicuo inferior y recto externo.

El músculo elevador del párpado posee su nacimiento en el vértice de la órbita a nivel del ala menor del esfenoides por encima del anillo de Zinn, se ubica por arriba del recto superior y fuera del oblicuo superior cursando por encima del recto superior posee dos inserciones cutánea y tarsal, su inervación la obtiene de la división del oculomotor de su rama superior, este músculo posee una forma de un triángulo largo cuyo vértice corresponde al fondo de la órbita y la base se despliega en el párpado superior detrás del ligamento ancho, el mismo posee una porción palpebral aponeurótica y una porción orbitaria que es escamosa, la acción que este músculo realiza es como su nombre lo indica actuando sobre el párpado superior al que lleva hacia arriba y hacia atrás, descubriendo así la córnea y parte de la esclerótica; tiene por antagonista el músculo orbicular de los párpados cuya contracción o tonicidad determina la oclusión de la hendidura palpebral (Perea García, Anatomía, 2017).

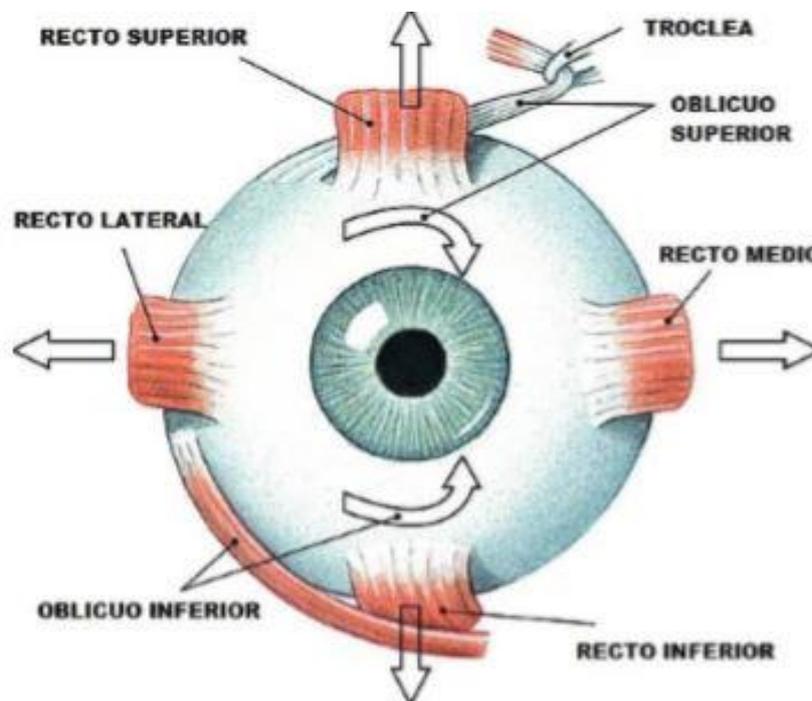


Imagen 2. Músculos extraoculares del ojo.

Fuente: (Ferrer Aibar, 2018).

Los movimientos efectuados por los músculos extraoculares de cada ojo se utiliza para cambiar de una posición primaria, a secundaria y de esta a terciaria se denominan ducciones, los movimientos ejecutados por ambos ojos se conocen como versiones o movimientos conjugados; estos movimientos se basan en las leyes de motilidad ocular fundamentalmente; la ley de Sherrington afirma que cuando un ojo

realiza un movimiento en determinada dirección, los agonistas se contraen y los antagonistas se relajan en la misma proporción, esta norma es conocida como la ley de inervación recíproca; la ley de Herring asevera que la cantidad de influjos nerviosos enviados a los ojos para aquel movimiento depende del ojo dominante o fijador, estos influjos deben ser simétricos para ambos ojos, también es denominada la ley de correspondencia motora (Soria Peñas, 2017).

Los anexos oculares son aquellos elementos importantes que recubren la cavidad orbitaria proporcionando protección al globo ocular, entre ellos se puede relatar las cejas, los párpados, las pestañas, conjuntiva y aparato lagrimal; empezando desde la parte superior externa que brinda protección al globo ocular, se encuentran las cejas su función de acción recíproca provienen de los músculos elevadores y en la frente el músculo frontal que eleva la frente y las cejas, ayudando a despejar los ejes visuales y en respuesta compensatoria natural frente a la caída de la piel; su principal función es evitar que la transpiración de la frente penetre en los ojos. Las cejas pueden ser levantadas voluntariamente sin necesidad de que los ojos miren hacia arriba, no siendo de la misma manera que cuando se levanta la mirada de manera voluntaria las cejas también son elevadas; cuando existe parálisis del séptimo par craneal existe una ptosis de la ceja ya que esta se encuentra paralizada y caída.

Los pliegues más sobresalientes de protección física, producción y mantenimiento de la película lagrimal de la esfera ocular lo forman los párpados superior e inferior, mediante la acción protectora y sensitiva de las pestañas, las secreciones de las glándulas de los párpados y los movimientos de los mismos. El párpado superior mide aproximadamente 10 a 12 milímetros y el inferior de 3 a 4 milímetros, estos se encuentran formados por una capa de piel delgada y recubiertos por un fino vello; en la parte tarsal existe una placa ancha fibrosa que imita la curva del ojo, la cual se encuentra unida a ligamentos palpebrales mediales, laterales y al septum orbitario. El músculo orbicular y la piel están ubicados por delante de la placa tarsal mientras que en la parte posterior se encuentra la placa tarsal que es revestida por la conjuntiva.

El movimiento de los párpados posee un sistema motor que es primordial en la acción del parpadeo que está constituido por el músculo orbicular y el músculo de Muller contenidos en los respectivos párpados superior e inferior. El párpado superior cumple una función determinada que es la de abrir o elevar el párpado hasta 10

milímetros con refuerzo de fibras musculares lisas, luego recorre hacia la parte posterior hasta debajo de la órbita, acción que es determinada por el músculo elevador del párpado inervado por el tercer par craneal. Mientras que en el párpado inferior la unión de estas fibras ejerce presión en el tarso y la parte inferior de la canica ocular.

El proceso de cierre de los párpados es realizado por la acción del músculo orbicular de los párpados el cual es inervado por el séptimo par craneal o también conocido como facial, mismo que posee dos fragmentos principales la palpebral y la orbitaria; la porción palpebral de este músculo el cual nace sobre el tarso y el tabique orbitario, opera en el parpadeo voluntario e involuntario. El parpadeo voluntario o comúnmente conocido como guiño es el cierre forzado del ojo el cual es ejecutado por la contracción combinada de las porciones palpebrales y orbitarias del músculo orbicular del párpado.

En el parpadeo involuntario se originan dos tipos de cierres, el involuntario reflejo que puede ser provocado por un estímulo táctil como la aproximación imprevista de un ente al ojo, óptico como las luces altas emergentes de un vehículo en la noche y auditivo como un relámpago al impactarse a corta distancia. Y el parpadeo espontáneo es apreciado en todos los vertebrados, el cual es natural, sin embargo, no se presenta en los primeros meses de vida de un individuo, siendo la forma más común que produce un humano corriente a intervalos frecuentes durante el día; el número de parpadeos es de quince por minuto siendo un equivalente normal.

La hendidura palpebral o también denominada como fisura palpebral, es una grieta original que existe entre los párpados, mediante los cuales podemos abrir y cerrar los ojos, mide aproximadamente de veinte y siete a treinta milímetros de largo por ocho a once milímetros de ancho en una persona adulta. En el borde de los párpados posterior de la hendidura palpebral se encuentran localizadas las pestañas, las cuales son pelos colocadas en dos filas entre cien y ciento cincuenta cilias en el párpado superior dirigiéndose hacia arriba y afuera, mientras que en el párpado inferior se hallan en un número entre cincuenta y setenta y cinco cilias las mismas que se predisponen hacia afuera y abajo (Pfeiffer Vicéns, 2018).

La conjuntiva es aquella membrana mucosa que recubre una parte posterior de los párpados, es transparente, delgada, irrigada y húmeda debido a la lágrima; se

encuentra localizada desde el borde libre palpebral hasta el limbo esclero corneal, además reviste una parte anterior del globo ocular, el fondo de saco y finaliza en el limbo. Es un tejido vulnerable debido a la exposición externa del medio ambiente, físico y químico, afectando las diferentes zonas del mismo, razón por la cual se deteriora con facilidad a la exposición de la radiación ultravioleta ya que activan las reacciones oxidativas y por ende la muerte celular.

La función que desempeña tiene relación con los anexos oculares y el sistema lagrimal, brinda protección ante agentes del medio externo, descompone y sintetiza una parte de los componentes lagrimales, controla y mantiene los niveles adecuados de flora bacteriana, preserva y conserva la película lagrimal. Para que la conjuntiva realice sus funciones a cabalidad es necesario que exista una correcta orientación anatómica de los bordes palpebrales, la composición de la lagrime sea la correcta, el sistema lagrimal no esté obstruido, la secreción adecuada de las células de inmunoglobulinas y la capacidad enzimática para neutralizar partículas o virus del exterior.

La conjuntiva está formada por tejidos conjuntivales y epiteliales, el epitelio conjuntivo es un tejido queratinizado y formado por células cuboidales que evolucionan a células prismáticas, contiene linfocitos y células caliciformes que son las encargadas de liberar mucina que brinda humectación a células epiteliales y preserva la estabilidad de la película lagrimal. Además, se halla irrigada por las glándulas de Krause que son túbulos accesorios y se localizan en el fondo de saco y las glándulas de Wolfring liberan el componente acuoso a la lágrima, están en la periferia de la conjuntiva tarsal y de fondo de saco.

Anatómicamente la conjuntiva posee tres partes, la primera es la conjuntiva palpebral se encuentra en la unión de los bordes palpebrales mucocutáneos y se fija a las láminas tarsales, se relaciona con el músculo de Muller; la segunda es la conjuntiva bulbar cubre la parte anterior de la esclera, se prolonga desde el fondo de saco hasta el limbo esclero corneal, reviste la parte interna del globo ocular, los tendones de los músculos y la cápsula de Tenon y la tercera es la conjuntiva de fondo de saco o fórnix que es una evolución entre la conjuntiva palpebral y la bulbar, el fórnix es profundo a 13 milímetros en la parte superior, se encuentra suspendido por la carúncula y el

pliegue semilunar, contiene células caliciformes extendidas de manera no uniforme (Andrade Díaz, 2018).

El aparato lagrimal se compone de dos porciones, la porción secretora conformada por la glándula lagrimal principal y accesorias y la porción excretora que consta de la vía lagrimal; la porción secretora posee la glándula lagrimal que tiene aspecto lobulado, se localiza en el ángulo del borde superior externo de la órbita. Se divide en dos fragmentos separados por el tendón del músculo elevador del párpado superior, conocido como el ligamento de Whitnall, luego se encuentra la parte orbitaria que se aloja en la fosita lagrimal del hueso frontal, posee forma de una almendra y mide aproximadamente 20 x 12 x 5 milímetros y la otra parte es la palpebral de aspecto cuadrangular, es la mitad del volumen de la orbitaria y se localiza por debajo del lóbulo orbitario.

Dentro del sistema secretor se confinan las glándulas accesorias que son un grupo de tres, las primeras son las glándulas mucosas que son holocrinas y alojan a las células caliciformes limitadas en la conjuntiva en especial en la de fórnix un ejemplo de ellas son las criptas de Henle; las segundas son las glándulas acuosas es decir que se relacionan con la secreción basal, son las denominadas glándulas ecrinas de Krause halladas en la conjuntiva fórnix superior en prevalencia ante las demás porciones, la de Wolfring que se delimita en la conjuntiva palpebral con secreción de lágrimas en el fórnix y las células de Manz y finalmente se hallan las glándulas lipídicas, la de Meibomio y Zeiss son glándulas de carácter holocrinas y la de Moll es de carácter apocrina cuya finalidad es la de preservar la estructura de la película lagrimal, disminuyendo la evaporación y manteniendo los niveles correctos del líquido lagrimal.

El sistema excretor está constituido por los puntos lagrimales, canalículos superior e inferior, canalículo común, saco lagrimal, conducto lacrimonasal y las válvulas de la porción excretora; el mismo inicia con los puntos lagrimales que son un número de dos superior e inferior son redondeados de tejido conjuntivo laxo con un diámetro aproximado de 0,03 milímetros de longitud horizontal y con 2 milímetros de longitud vertical, seguido de los canalículos superior e inferior que se encuentran recubiertos de epitelio escamoso estratificado combinado de paredes elásticas para mantenerlos abiertos, miden 8 milímetros de longitud horizontal, en la mayoría de los casos forman

una dilatación conocida como el seno de Maier, mismos que desembocan en el canalículo común para llegar hasta el saco lagrimal que se localiza acomodado en la fosa lagrimal formada por el hueso maxilar superior y el hueso lagrimal, posee estrecha conexión con el conducto lacrimonasal que llega hasta el meato inferior.

El bombeo de la lágrima comienza cuando los párpados se cierran y las porciones profunda y superficial de músculo pretarsal presionan la ampolla por lo que la cabeza del músculo preseptal se implanta a la parte de la fascia del saco lagrimal y al retraerse crece y se agranda realizando una presión negativa, lo que hace que las lágrimas sean empujadas hacia la nariz, el punto lagrimal se corre hacia la parte lateral y empieza el recambio de flujo lagrimal, para este proceso están involucrados los mecanismos de atracción capilar, bombeo lagrimal, fenómeno muscular y fenómeno de Venturi que llena de lágrimas el saco lagrimal que por acción de abrir los párpados, los músculos se relajan y el saco drena las lágrimas hasta recorrer el conducto lacrimonasal hasta la nariz (Imbago Pilaquinga, 2019).

La lágrima es una capa líquida cuya función principal es la de proteger y cubrir la superficie anterior del globo ocular específicamente la córnea y la conjuntiva, bañándola mediante el proceso de parpadeo. Otras funciones que posee la lágrima son la función óptica, debido a que la lágrima posee un índice de refracción parecido al de la córnea en el caso que faltase lágrima, el ojo tuviera una visión borrosa; la función de lubricante que ayuda a disminuir el roce entre la superficie ocular anterior y la conjuntiva palpebral; la función de limpieza ayuda a eliminar residuos de basura, descamación proveniente de las células epiteliales; la función antimicrobiana actúa como barrera mediante la combinación de proteínas y fagocitos frente a organismos microscópicos que pretenden ingresar al ojo y la función nutritiva como su nombre lo indica nutre al epitelio corneal y conjuntival garantizando la transparencia de la córnea.

Esta se halla formada por la combinación de varias sustancias tales como agua, sales, vitaminas, proteínas y electrolitos; las cuales proceden de la glándula lagrimal principal, las glándulas accesorias de Zeiss, Meibomio, Moll, Krause y Wolfring, además de las células caliciformes y criptas de Henle. La fusión de estas sustancias forma la lágrima, logrando de esta manera adjudicarle propiedades nativas como la presión osmótica, el potencial de hidrógeno, el índice de refracción y el volumen. La

modificación de cualquiera de estas propiedades puede producir alteraciones en la visión o en el funcionamiento de sus anexos.

La lagrime se encuentra formada por tres mantos, el primer manto se denominada capa mucosa, proveniente de la filtración de líquido de las criptas de Henle y las células caliciformes con un volumen aproximado de entre 0,6 y 1 micra teniendo como función sustentar la película lagrimal. El segundo manto es llamado capa acuosa, compuesta por el destilamiento de la glándula lagrimal y de las glándulas accesorias de Krause y Wolfring de volumen cercano a 7 micras de espesor con función de nutrir y dar oxígeno. El tercer manto la constituye la capa lipídica procedente del escurrimiento de las glándulas de Meibomio, Zeiss y Moll con un grosor de 1 micra aproximadamente como función principal está la de retrasar la evaporación. La deficiencia de producción, evaporación y duración de la lágrima depende del correcto funcionamiento de las glándulas anteriormente mencionadas.

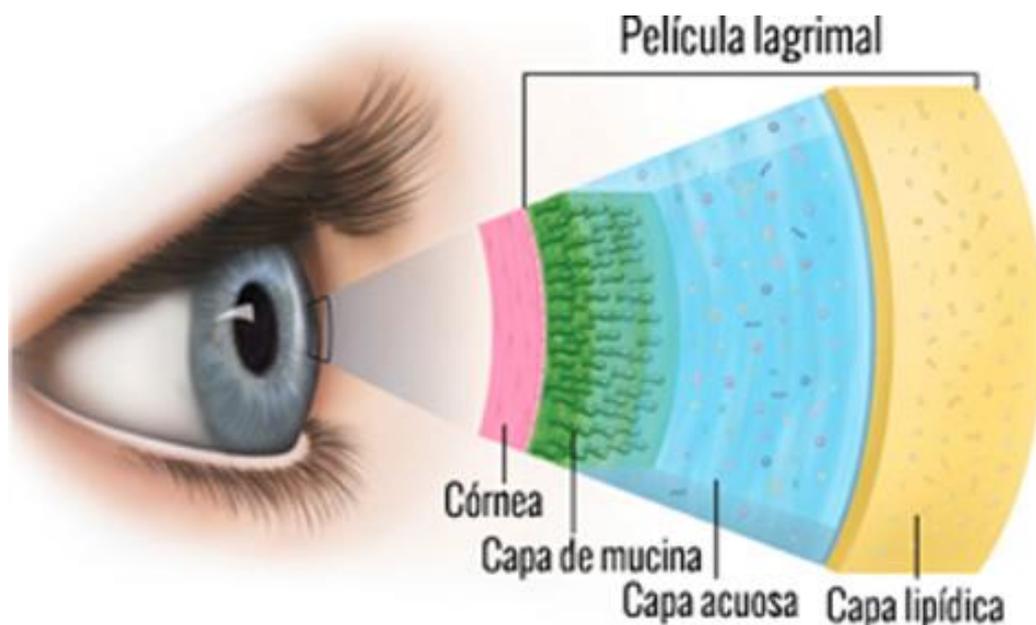


Imagen 3. Mantos de la lágrima.

Fuente: (Ribes Escudero, 2020).

En la fisiología de la producción de las lágrimas se encuentran dos componentes la basal y la refleja; la secreción basal hace referencia a los mantos antes nombrados, los cuales producen un flujo continuo de lágrimas para mantener la humectación, mismas que no forman parte del sistema hormonal. La secreción refleja es producida como reacción ante un estímulo sea este física, química y psicológica, produciendo

una mayor cantidad de lágrima, como por ejemplo la invasión de un cuerpo extraño hacia el ojo, el humo proveniente de los ácidos y por la expresión de sentimientos.

Para determinar la correcta funcionalidad de la lágrima, existen varias técnicas para evaluar la secreción lagrimal, por ejemplo, el test de Schirmer I el cual es una tirilla de papel de filtro colocado en el tercio lateral del fórnix, se utiliza para determinar la cantidad de lágrima que secreta el ojo; de igual manera se utiliza el test de Schirmer II con la única diferencia que se aplica anestesia tópica. Otro test es el hilo de rojo fenol el cual es un hilo de algodón que cambia de color amarillo a rojo cuando entra en contacto con la lágrima. Para evaluar la estabilidad lagrimal se utiliza el test nombrado tiempo de ruptura lagrimal mediante la instilación de fluoresceína y con la ayuda de una lámpara de hendidura evalúa la calidad de la lágrima por medio del tiempo de rompimiento de la misma (Alonso Molina, 2017).

Los ojos son los órganos de la visión los cuales vienen generalmente en un número de dos, mismos que se encuentran alojados en las órbitas del cráneo, tienen una forma esférica ovalada mismos que se presentan dos hemisferios, un polo anterior, un polo posterior y un ecuador. Asume un peso aproximado de 7 a 7,5 gramos y un diámetro promedio de 22 a 24 milímetros. El mismo se encuentra dividido en grupos, el primer grupo es considerado capas histológicas el cual se subdivide en capa externa o manto fibroso compuesto por la esclerótica y la córnea, capa media o manto vascular, tracto uveal o úvea está integrado por la coroides, el cuerpo ciliar y el iris, y capa interna representada por la retina el cual es un manto neurosensorial. El segundo grupo es denominado medio refringentes o transparentes el cual está conformado por la córnea, humor acuoso, cristalino y humor vitreo.

La esclerótica es el primer manto fibroso del ojo se encuentra formada por un tejido conjuntivo de colágeno y fibras elásticas que proporcionan la integridad estructural y longitud axial del ojo. Posee un 70% de agua, sus fibras de colágeno son alrededor del 90% de tipo I, es avascular y representa el 95% de la superficie total del globo ocular, en su parte media tiene un grosor de 0,53 +/- milímetros, en su parte ecuatorial disminuye a 0,39 +/- milímetros y aumenta a 0,9 – 1,0 milímetros cerca del nervio óptico. Su principal función es de mantener la forma del globo ocular, mantiene un color blanco y liso en su parte externa. En su parte anterior se encuentra en contacto con la córnea en un punto denominado unión esclerocorneal, en su parte posterior

esta agujereada por el nervio óptico por el cual circulan vasos, nervios y arterias hacia la retina. Alrededor de la misma hacia la parte media anterior se le insertan los seis músculos extraoculares.

La córnea es parte de la capa externa o manto fibroso de ojo, es la capa que despinata ligeramente sobre la esclerótica, es transparente y también es una porción de los medios refringentes teniendo el mayor índice de refracción de estos. Está conformada por una capa externa de células epiteliales las cuales se encuentran en constante renovación que conforman una capa superficial a base de células no queratinizadas las cuales interaccionan con la lágrima para dar protección, lubricación y nutrición al ojo. La córnea está formada por cinco capas propias las cuales tienen una función específica descrita más adelante.

En la capa media o manto vascular se encuentra la coroides también denominada túnica vascular debido a que posee múltiples vasos la cual irrigan todo el ojo por lo cual adquiere un color café oscuro. Se encuentra limitada en su parte externa por la esclerótica, en su porción interna por la retina, en su fragmento anterior exhibe una abertura nombrada pupila y en su fracción posterior agujereada por el nervio óptico. Está estructurada por tres capas que son la supracoroides o lamina fusca formada por fibras musculares lisas, melanocitos, células no pigmentadas y tejido conjuntivo laxo; estroma constituido por laminas fibrosas, elásticas y tejido conjuntivo laxo, adicional de vasos coroides que irrigan la retina; finalmente la lámina vítrea de Arnold o membrana de Bruch que posee naturaleza elástica y es una capa acelular que se encuentra en contacto con la retina.

En la capa media también se puede encontrar el cuerpo ciliar el cual se ubica entre la coroides y el iris; de manera longitudinal adquiere una forma triangular, se encuentra constituido por tres partes el músculo ciliar, los procesos ciliares y la zónula ciliar; produce dos funciones, la producción de humor acuoso por medio de los procesos ciliares que poseen setenta pliegues extensamente vascularizados para la nutrición del ojo y ayuda al proceso de la acomodación mediante el músculo ciliar. El músculo ciliar abarca treientos sesenta grados del cuerpo ciliar se inserta a nivel del espólón escleral y va hacia la parte posterior con adelgazamiento de grosor hasta perderse en la sección de la ora serrata, posee la función de contraerse y forma parte del reflejo de acomodación mismo que permite el alargamiento del cristalino en visión lejana y

el abombamiento del mismo para la visión cercana. Los procesos ciliares se alojan en el interior del cuerpo ciliar se constituye de una cabeza voluminosa en la parte anterior y una porción larga y aplanada llamada cola, las cabezas son las que se encargan de fabricar el humor acuoso. La zónula ciliar está formada por los ligamentos suspensorios del cristalino que van en dirección de las cabezas de los procesos ciliares hasta alcanzar la zona ecuatorial.

En la misma capa media encontramos el iris, el cual es una estructura que divide las cámaras anterior y posterior del ojo, la cámara anterior del ojo se encuentra entre la córnea y el iris y termina en el ángulo iridocorneal, mientras que en la cámara posterior está entre el iris y el cristalino que posee igual contenido de humor acuoso que la cámara anterior. Por lo tanto el iris es aquella estructura que se caracteriza por ser vascular, se encuentra en la parte interna del cuerpo ciliar, con forma de disco y con un orificio denominado pupila, misma que se encarga de regular la cantidad de luz exterior que entra hacia el fondo del ojo, los diámetros pupilares varían dependiendo de la intensidad de la luz que emana el día, en condición mesópica la pupila mide de 3 a 5, escotópica de 5 a 7 y normal de 4 a 7. Cabe recalcar que el iris posee diferentes escalas de colores que se va desde el color café oscuro hasta el azul turquesa, el color se debe a la melanina y las células pigmentarias.

El iris limita la parte posterior de la cámara anterior del ojo, aloja al esfínter de la pupila que se compone de vasos, nervios y fibras musculares lisas; la parte posterior del iris está delimitada por la copa óptica que contiene parte de las capas del epitelio que protegen el cuerpo ciliar y llegan a la pupila en donde el epitelio atraviesa el trecho del iris formando el borde pigmentado; el epitelio anterior del iris es la capa más profunda de todas está después del estroma del iris y sus células pigmentadas se combinan a las fibras lisas del músculo dilatador. En la superficie del mismo y hacia la parte de atrás se encuentra un estrato de células pigmentadas que forman el epitelio posterior seguida de la capa no pigmentada del epitelio ciliar.

El esfínter de la pupila es una fibra de origen muscular, circular de 0,75 milímetros de ancho por 0,15 milímetros de espesor, se compone de células fusiformes, entre las fibras que posee la mayoría son amielínicas contenidas en los axones de la vaina de Schwann. Los nervios del iris proceden de las ramas ciliares del nervio oftálmico mismos que llevan fibras mielinizadas que inervan el esfínter de la pupila. Mientras

que el dilatador de la pupila es inervado por fibras amielínicas originarias del ganglio cervical. La inervación de estas estructuras es compleja debido que poseen doble inervación en donde se produce actividad adrenérgica y colinérgica.

La retina corresponde a la capa más interna del globo ocular, conforma la capa sensorial del ojo que se alberga en el polo posterior del globo ocular, se prolonga desde la ora serrata hasta la papila, esta es delgada al ras del disco óptico y de la fovea de la mácula, normalmente es transparente a diferencia de que en la muerte del individuo la membrana se vuelve blanca es decir se edematiza. La misma se constituye de dos fragmentos, la parte superficial está limitada con la coroides y la parte interna está en contacto con la membrana hialoidea del cuerpo vítreo. A esta estructura se le adjudica un espesor de 0,56 milímetros adyacente del disco óptico y 0,1 milímetros por frente del ecuador hasta llegar a la ora serrata y se continua con el nervio óptico y es más fina a nivel del disco óptico hasta el cuerpo ciliar. Las fracciones ciliar e iridea de la retina están constituidas por los procesos ciliares y el iris; en la fracción iridea las capas del epitelio son cúbicas, pigmentadas y se alarga entre el disco óptico y la ora serrata desencadenando la porción óptica de la retina que contiene los fotorreceptores, las neuronas y las células gliales.

El fondo de la retina es observable mediante la oftalmoscopía en donde se puede visualizar esta membrana de un color púrpura debido al pigmento rodopsina, además se puede ver los vasos sanguíneos, arterias que se alojan desde el disco óptico hasta cada uno de los cuatro cuadrantes de la retina también se visualiza la mácula que aloja una depresión en el centro que se conoce como fovea que es el área de máxima agudeza visual. Al llegar a la parte de la fovea se puede ver una porción de color sombrío debido al adelgazamiento de la retina en donde se puede observar el color oscuro de la coroides, inmediatamente se encuentra el nervio óptico a 3 milímetros de la parte nasal de la mácula y cuenta con un grosor de 1,5 milímetros, cabe recalcar que el disco óptico es no sensible a la luz motivo por el cual se le denomina punto ciego.

Dentro de la retina neural se constituyen seis tipos de componentes neuronales los fotorreceptores, células horizontales, células bipolares, células amacrinas, células Interplexiformes y las células ganglionares, mientras que las neuronas se hallan en estrecha relación con la glía conocidas como células de Muller. Los fotorreceptores

se alojan en el extremo del segmento externo y son los encargados de recibir la luz que proviene del exterior por lo tanto la retina convierte la misma en impulsos eléctricos y procesa la información que se traslada hasta la corteza cerebral para formar la imagen visual final.

Existe una estructura funcional de la retina que guían la información hacia el encéfalo, el proceso inicia con la información que va desde el exterior, la transforma y lo redirige mediante una cadena de neuronas hasta el encéfalo, dicha cadena da comienzo con la célula bipolar seguida de la célula ganglionar quienes liberan la información hacia el cuerpo geniculado lateral y el proceso final es a través del tracto óptico que envía el impulso hasta la corteza cerebral. En la ruta de los bastones es diferente debido a que el impulso no pasa de manera directa a las células ganglionares en lugar de ello utiliza una célula amacrina o la neurona intercalada. La parte sensorial se da lugar mediante los canales de detección de luz denominados on y off que hace que los impulsos excitatorios lleven las señales hacia el sistema nervioso central. Los detalles de visión precisos y de detección de la iluminación es otra de las tareas que tiene el canal, estos detalles son realizadas por las células P que son las encargadas de catalogar el color y las células M que responde a los estímulos de amplio espectro. Además, coexisten otros sistemas que corresponden a los cambios de los objetos en el movimiento de tal manera que se combinan con los canales del oído interno perteneciendo al sistema óptico accesorio con el fin de lograr estabilizar las imágenes a nivel de la retina central.

También se puede encontrar una organización histológica de la membrana interna conocida como retina que proviene del origen de las dos capas de la vesícula óptica emergiendo de ella una capa externa llamada lámina de células pigmentadas y una capa interna que es una estructura multilaminar que contiene las capas de fotorreceptores, células bipolares, células ganglionares y las células horizontales y amacrinas. Las células provenientes de la retina están contenidas en 10 capas que se clasifican en el epitelio pigmentario, la capa de fotorreceptores, la membrana limitante externa, la capa nuclear externa, la capa plexiforme externa, la capa nuclear interna, la capa plexiforme interna, la capa de células ganglionares, la capa de fibras nerviosas y la membrana limitante interna.

La primera capa que corresponde al epitelio pigmentario de la retina (EPR) tiene forma hexagonal con el objetivo de formar un epitelio similar a un cubo y separar de la coroides a la parte externa de la capa de fotorreceptores, en la parte de la retina central se encuentran alrededor de seis millones de células, con un diámetro aproximado de catorce micras que son homogéneas entre sí. A nivel del ecuador del ojo estas células adoptan una forma delgada y larga, llegando a perder su tamaño al alejarse o acercarse a la parte externa, conforme se van acercando a la ora serrata se aplanan, obteniendo sesenta micras de longitud. Poseen núcleos que se sitúan en el citoplasma cerca de la lámina basal o membrana de Bruch; la superficie de las células del epitelio pigmentario de la retina se compagina unas con otras para formar microvellosidades de cinco a siete micras de longitud, esta longitud es compartida a las partes externas de los fotorreceptores de tal manera que las microvellosidades asilan por completo las partes externas de los conos que corresponden a los bastones. Las células EPR contienen gránulos de pigmento que contienen melanina son de forma oval y poseen un diámetro aproximado de una micra por dos o tres micras de longitud; estos gránulos se dedican a la absorción de la luz es decir impiden que la luz pase directamente y atravesase la esclerótica llegando a posesionarse en la capa de fotorreceptores.

La melanina que se localiza en el epitelio pigmentario de la retina se encuentra distribuido en la zona ecuatorial y macular, la fuente de melanina es el neuroepitelio y no hay diferencia de cantidad de melanina en las diferentes razas de los seres humanos. De la melanina de la coroides se forma el sistema nervioso periférico; los melanocitos que allí se encuentran emigran llevando la pigmentación adecuada a la úvea, el cabello y la piel. Las células del EPR poseen tres tipos de uniones celulares, las de anclaje, las de comunicación y las ocluyentes que se son angostas y están presentes en las moléculas hidrofóbicas.

El epitelio pigmentario de la retina (EPR) posee algunas funciones entre las cuales se destaca la creación de una barricada de circulación entre la coroides y la retina; la fagocitosis de la parte externa de los fotorreceptores; el transporte de agua, metabolitos e iones; soporte mecánico, la absorción de la luz e impedir la reflexión de la misma; además el EPR participa en la regulación de la inmunidad intraocular. Este epitelio posee células denominadas macrófagos que se encargan de la eliminación

de desechos provenientes de la retina, también funcionan como células epiteliales, gliales y macrófagos.

La membrana de Bruch también tiene relevancia dentro de esta capa puesto que la misma ocupa el espacio comprendido desde el disco óptico hasta llegar a la ora serrata; es rica en colágeno y elastina que son las principales proteínas de esta membrana; tiene un espesor máximo de dos a cuatro micras y mínimo de uno a dos micras; se encuentra constituido por cinco capas, la membrana basal que se encuentra en el epitelio pigmentario de la retina es la capa interna que forma la membrana de Bruch adyacente a una zona interna de colágeno, una capa flexible, una zona externa que contiene colágeno y finalmente la coriocapilar. Existe una membrana dúctil que proporciona elasticidad a la membrana debido a la elastina que posee la membrana de Bruch, adicional en la misma se proporciona diferentes tipos de colágeno como son los de tipo I, II, III, V y VII adicional se encuentran los de tipo IX y XII que se localizan en el área de las fibrillas.

La segunda membrana es la capa de fotorreceptores son un grupo de células que están formadas por un cuerpo celular y dentro del mismo se encuentra el núcleo, también se encuentra una prolongación denominada axón que son las ramas terminales de la célula que forma parte de la sinapsis con las células retinianas. Los fotorreceptores son aquellos cuerpos que se encargan de transformar la luz que ingresa al ojo mediante las partes distales que capturan la misma mientras que las partes proximales se encargan de la transmisión de los impulsos nerviosos mediante el proceso de foto transducción; en los seres humanos la capa de fotorreceptores está conformada por los bastones y los conos (Romero Leclercq, 2018).

Los bastones y conos son las células responsables de la captura y transformación del estímulo luminoso en patrones de activación. Los bastones poseen una morfología alargada con sus segmentos internos y externos relleno el espacio entre los conos y los procesos de las células del epitelio pigmentario de la retina, son los encargados de la visión tenue o en blanco y negro, lo que facilita ver en condiciones de poca iluminación conocida como visión escotópica, debido a que poseen una mayor cantidad de pigmentos y su sensibilidad bordea los 496 nanómetros, existe un mayor número de bastones en la periferia de la retina y en la fóvea; se encuentran en un número de noventa y dos millones aproximadamente, contienen el pigmento llamado

rodopsina, esta se encuentra en las células planas de los discos al igual que en la membrana plasmática; la parte externa de los bastones son los que reciben a los fotones y realizan el proceso de convertir la luz en impulso nervioso.

Los conos exhiben una forma cónica con sus núcleos formados en una sola capa, se encuentran por debajo de la membrana limitante externa, sus segmentos internos y externos se escurren dentro del espacio subretinal hasta el epitelio pigmentario de la retina. Son los responsables de la visión a colores o visión fotópica en ambientes normales de iluminación, se encuentran en un número similar a cinco millones y poseen tres tipos de sensibilidad, el más sensible a las ondas cortas es el cono S correspondiente al pigmento azul y tiene una sensibilidad de 419 nanómetros, el cono M posee una sensibilidad a ondas medias que rodea los 531 nanómetros siendo el encargado del pigmento verde, por último se localiza el cono L que posee 559 nanómetros mismo que hace referencia al pigmento rojo correspondiente a las ondas largas (Cinta Puell, 2018).

La tercera capa es la membrana limitante externa que se encuentra ubicada al ras de las conexiones entre las prolongaciones de los conos, bastones y las estructuras celulares; es una neuroglia que se encuentra entre los cuerpos de las células de las capas nucleares ganglionares y segmentos internos de los bastones y conos, posee gliocitos retinianos que representan el soporte físico a la retina también intervienen en el envío de glucosa a las neuronas retinianas, sintetizando y almacenando glucógeno. Esta membrana al ser observada mediante microscopía óptica se le denomina membrana limitante externa; la misma que es incompleta y asiste como pared intrarretiniana en cuestiones de desprendimiento de retina.

La cuarta membrana es la denominada capa nuclear externa que contiene prolongaciones de los bastones y conos alojando núcleos y citoplasma de los mismos, posee un espesor aproximado de 27 micras en la retina periférica y 50 micras en la foveal; el citoplasma se extiende mediante axones, los cuales se conectan a las dendritas de las células bipolares y horizontales; la unión de estas prolongaciones conforma la capa plexiforme externa. Los bastones se encuentran en mayor número en la periferia de la retina, mientras que los conos se encuentran en la parte central de la misma, es en este lugar en donde los axones de los conos sufren una transformación y adoptan una forma oblicua, estos junto con las prolongaciones de

las células de Muller conforman la capa fibrosa de Henle (Arévalo Colina, Arzabe Argandoña, Lavaque, & Wu Tseng, 2019).

La quinta membrana es conocida como la capa plexiforme externa en donde la parte interna de los bastones y conos se dirige hacia el interior es decir hacia el vítreo en donde se encuentran con las largas hileras de la capa de Henle permitiéndole poseer un grosor de 50 micras en la parte central de la capa plexiforme externa, mientras que en la porción macular posee pocas micras de grosor y se adelgaza de manera progresiva hacia la periferia; en esta capa se puede apreciar una división de tres partes en donde la porción distal aloja a los axones de los fotorreceptores; la zona media de la capa adopta a las terminales sinápticas en donde se encuentran las esférulas de los bastones y los pedículos de los conos; la porción más interna contiene a las prolongaciones de las células de Muller y a las dendritas de las células bipolares y horizontales.

Las fibras internas de los fotorreceptores alojan a los axones que adquieren un diámetro de 15 a 25 nanómetros con una longitud de 1 micra y terminan en una esfera invaginada de forma oval, acompañados de varias vesículas, mitocondrias, ribosomas libres, microfilamentos y microtúbulos, cabe recalcar que los axones en los conos son más gruesos y poseen más microtúbulos, además sus axones terminan en pedículos cónicos o piramidales; las terminaciones nerviosas de estos junto con las terminaciones de las neuronas bipolares y horizontales poseen un conjunto de neuritas que se unen a la capa nuclear interna.

Las esférulas de los bastones son aquellos procesos que realizan las células horizontales y bipolares que se forma dentro de las esférulas de los bastones y forman una tríada de componentes que contiene mitocondrias, microtúbulos y vesículas; las esférulas se encuentran constituidas por tres partes, la presináptica que es la propia esférula; la sináptica en donde se reúnen las dendritas de las células bipolares y las neuritas de las células horizontales; la parte postsináptica es la unión de las neuritas de las células horizontales y bipolares; llegando a formar una esférula de doble pared que posee terminaciones con 2 a 7 dendritas.

Los pedículos de los conos poseen una organización similar a la de los bastones con la diferencia de que los conos son más grandes y con más triadas 25 en total, las partes sinápticas son más pequeñas y en mayor cantidad lo que proporciona que

tenga mayor número de contactos sinápticos, mismos que son de tres tipos, los contactos con invaginación o los de triada, los contactos de superficie plana y por último los contactos entre receptores. El grupo de las triadas presenta una organización similar a la de los bastones; los contactos de superficie plana se observan indentaciones debido a los procesos de las células bipolares conocidas como uniones basales; los contactos entre receptores no tienen vesículas sinápticas, pero poseen neurotúbulos que ayudan a la conexión entre conos y bastones.

La sexta membrana es la capa nuclear interna en la cual existen la mayor diversidad de células retinianas; por su parte externa se localizan las células horizontales, las células bipolares, el cuerpo celular, el centro de las células de Muller y en su parte interna se encuentran las células amacrinas e interplexiformes; en el coarte interno se halla el plexo vascular intermedio, al contrario, en el coarte externo se halla el plexo vascular profundo. Las células bipolares desenvuelven sus dendritas por medio de sus axones desde la capa plexiforme externa hasta la capa plexiforme interna, con una densidad por fuera de la fovea de aproximadamente de 20.000 / milímetro cuadrado. Dependiendo de su ubicación en la sinapsis con los fotorreceptores se nombran planas y dependiendo su funcionalidad se nombran despolarizantes e hiperpolarizantes. Las células interplexiformes poseen su estructura celular en la capa nuclear interna y se desliza hacia las dos capas plexiformes realizando conexiones entre células bipolares y amacrinas.

La séptima membrana es la capa plexiforme interna que se encuentra ubicada entre la capa nuclear interna y la capa de células ganglionares, en una franja formada por neuritas intercomunicantes de las neuronas ganglionares, bipolares y amacrinas. Esta también se encuentra traspasada por continuaciones de gliocitos retinianos los cuales ocupan espacios vacíos entre las neuritas. Las sinapsis axodendríticas y axosomáticas con las células ganglionares son formadas por los axones bipolares adicional los contactos axosomáticos con las amacrinas. Los cuerpos ganglionares y los axones de las células bipolares establecen comunicación mediante las neuritas de las células amacrinas. Esta sinapsis en la fovea posee una densidad de 2 millones/milímetro cuadrado.

La octava membrana es la capa de células ganglionares siendo estas las neuronas que ocupan el segundo lugar en lo referente a la vía visual. Las dendritas de esta

interactúan con las continuaciones de las células amacrinas y bipolares de la membrana plexiforme interna por otro lado sus axones ingresan en la capa de fibras nerviosas, llegando hasta el disco óptico y realizando un éxodo mediante el globo ocular en forma de fibras integrantes del nervio óptico. Este manto de células ganglionares se caracteriza por estar formada de una capa única en aproximadamente toda la retina, sin embargo, esta se va almacenando de forma más densa desde la periferia hasta la macula.

En la fóvea existen alrededor de 2500 conos con forma alargada y angostamente fusionados dando la apariencia de bastones, cabe recalcar que en esta área no existe ni un solo bastón. En su porción central careciente de bastones existe alrededor de 3500 conos, obteniendo un número de alrededor de 100000 en la fóvea obteniendo condiciones para la visión fotópica. Estas células ganglionares son neuronas que acumulan toda la información visual procesada en la retina y la envían al encéfalo a través de glutamato usado como neurotransmisor. También existen otro tipo de células ganglionares llamadas células ganglionares en parasol, las cuales poseen un tamaño celular mayor con varias dendritas asemejándose a un árbol.

La novena membrana es la capa de fibras nerviosas que posee una barrera hemato ocular y un soporte conectivo que forma una plataforma con las células de Muller alcanzando hasta la capa de fotorreceptores que representa el 40% del total de la masa retiniana, en donde los axones de las células ganglionares se unen para formar las capas de fibras del nervio en donde se van a unir en el disco óptico, conforme esta capa recibe a otras uniones de fibras se va engrosando hasta obtener un diámetro de 20 a 30 micras; el volumen de los axones oscila entre 0,6 y 2,0 micras, estos poseen la facilidad de formar fascículos entre rodeados de proceso gliales provenientes de las células de Muller, haciendo que las fibras nerviosas se dirijan de manera radial hacia el disco óptico. Las fibras que provienen desde la mácula y el disco óptico adquieren una estructura conocida como fascículo maculo papilar; las fibras de la retina por lo general no están mielinizadas a pesar de encontrar algunas fibras con mielina cerca del disco óptico, se considera como una anomalía benigna (Romero Leclercq, 2018).

La décima capa es la membrana limitante interna es conocida como la membrana basal de las células de Muller, posee un espesor en la zona retiniana de 51

nanómetros en la base del vítreo, 306 nanómetros en el ecuador, 1887 nanómetros en el polo posterior y de 10 a 20 nanómetros en la fovea; está se localiza desde la ora serrata y alcanza el borde de la papila, sigue con la membrana basal del epitelio no pigmentado de la pars plana y la membrana limitante interna de la papila. Al llegar al área de fovea esta es fina por lo cual puede recibir lesiones continuamente permitiendo el poco desplazamiento de las células gliales junto con las células epirretinianas (Arévalo Colina, Arzabe Argandoña, Lavaque, & Wu Tseng, 2019).

1.2.2 Medios refringentes

Los medios refractivos son aquellos componentes que se localizan en la parte de adelante del globo ocular, mismos que facilitan la entrada y el recorrido de la luz por todas las estructuras transparentes del ojo hasta llegar a la retina y de allí se continúa con el área 17 y 18 de Brodmann con el fin de formar una imagen derecha, de tal manera que la organización de los medios refractivos va desde adelante hacia atrás y son los siguientes película lagrimal, córnea, humor acuoso, cristalino y humor vítreo. El daño ocasionado a cualquiera de estas estructuras provoca una alteración o un defecto visual, debido a que la luz no alcanza directamente a la retina sino llega antes o después de la misma.

La luz atraviesa la córnea que es el primer medio refringente, es una estructura anterior, transparente y avascular; proporciona las dos terceras partes del poder refractivo que oscila entre 42 a 46 dioptrías; posee dos superficies, mismas que están en contacto con líquidos, la porción anterior se encuentra rodeada por lágrima mediante la cual entra en contacto con el medio externo, mientras que la superficie posterior está en estrecho roce con el humor acuoso que rodea la cámara anterior. La córnea tiene una forma combinada entre un lente cóncavo y convexo, la curvatura de la córnea se aplanan cerca del limbo, posee un radio anterior de 7,8 milímetros, un radio posterior de 6,7 milímetros; el grosor central es de 0,5 a 0,6 milímetros y el limbo con 0,7 a 1,0 milímetro.

Además, alberga tres funciones importantes como es la de transmitir la luz sin distorsiones, esto gracias a la disposición del tejido conectivo del estroma, al espesor mínimo de la estructura y a la ausencia de vasos sanguíneos; protege las demás estructuras oculares sin minimizar la transparencia en el paso de la luz hacia la parte posterior del ojo; y por último provee el mayor poder de refracción del ojo. Tiene capas

divididas de manera histológica que van de adelante hacia atrás y son el epitelio corneal, la membrana de Bowman, el estroma, la membrana de Descemet y el endotelio corneal.

El epitelio corneal es un tejido plano, estratificado, no queratinizado, no secretor que posee un espesor de cinco a siete células, conformado por tres tipos de tejidos celulares, entre las capas del epitelio se puede reconocer un estrato interno con una capa interna de células basales y columnares; una capa de células intermedias o alares; y finalmente una capa de células escamosas. Sobre la membrana basal se posicionan las células basales; conforme se da el proceso celular, las células van a la superficie y comienzan a diferenciarse en una capa de células aladas; las células superficiales tienen una particularidad escamosa y forman una capa de tres o cuatro células de grosor, al final de la vida de estas células se degeneran y se desprenden de la córnea dando lugar a un intercambio del epitelio cada siete días.

Las células basales se encuentran en la parte profunda del epitelio, poseen forma poligonal, también son más alargadas en la parte vertical, son activas mitóticamente con varios movimientos apicales para convertirse finalmente en una célula escamosa, proceso que tiene una duración de siete a catorce días; este tipo de células posee uniones especializadas denominadas microestructuras que forman barreras de protección; los tipos de microestructuras son los desmosomas con interdigitaciones en las células; las TJ que son una barrera que no permite el paso de ningún microorganismo, también es impermeable a fluidos y demás electrolitos; por último las uniones gap comunicantes que son canales iónicos. Estas células basales se unen a una membrana basal mediante el complejo de adhesión, esta membrana posee un grosor de cuarenta a sesenta nanómetros, compuesta por el colágeno tipo IV y laminina.

Las células alares o las intermedias poseen un espesor alrededor de doce a quince micras, posee varios tonofilamentos rodeados de queratina, estas células tienen forma poligonal, conformado en una combinación de una a tres capas de células de igual forma, se denominan célula intermedias ya que realizan la función de estar en la mitad de las células basales que son las que se reproducen mitóticamente, y de la capa de células escamosas superficiales; las membranas de este tipo de células se encuentran interconectadas entre desmosomas, uniones adherentes y uniones gap.

Las células escamosas son también conocidas como planas y son aquellas que poseen la particularidad de tener un movimiento apical que tiene lugar desde las células basales hasta llegar a las intermedias, poseen una división de dos o tres capas de células planas superficiales escamosas que generalmente son de forma poligonal. En este tejido se puede observar una parte externa de las células en donde se da lugar a los procesos de microvili con el fin de facilitar el crecimiento de la superficie de la célula obteniendo mayor absorción de oxígeno y adhesión a la lágrima. En la parte dimensional estas células poseen menor tamaño sin embargo, tiene un mayor número de orgánulos por ende el número de glicoproteínas y glucolípidos o glicocálix aumenta.

La membrana de Bowman o lámina limitante anterior se encuentra debajo de la membrana basal, conserva un espesor de doce micras, formada de manera aleatoria por varias fibrillas de colágeno tipo I, esta capa es acelular, avascular y es propia de los mamíferos; es considerada una extensión reformada de la estroma y además es un elemento estabilizador; esta membrana posee dos partes, la anterior que se limita por debajo de la membrana basal del epitelio de la córnea y la posterior se halla es imprecisa, encajando las fibras en el estroma y proveyendo de una unión fuerte entre las mismas estructuras. Aún no se describe la verdadera función que cumple esta membrana, sin embargo, se le atribuye la propiedad de estabilidad, protección de rayos ultravioleta, cicatrización corneal, y no se regenera tras haber sufrido daño corneal, razón por la cual varios autores la consideran como un residuo del estroma tras el desarrollo embriológico.

El estroma es la capa que está compuesta por doscientas a doscientas cincuenta fibras de colágeno, dichas bandas recorren desde el extremo del limbo hasta el otro limbo, son oblicuas en la parte de enfrente y ortogonales en la parte de atrás están formadas por haces de fibras de colágeno con un espesor aproximado de dos micras y un ancho de doscientas sesenta micras; esta capa representa el 90% del grosor corneal con un número de 500 micras y en la periferia alcanza 700 micras, formado por fibrillas de colágeno, dispuestas paralelamente. La composición de esta capa es del 78% de agua, 9% de proteoglicanos y el 68% de fibras de colágeno, dichas fibras corresponden al colágeno de tipo I y V que dan lugar a la formación de nuevos colágenos como es el caso de los glucosaminoglicanos que a su vez contienen a los queratán sulfatos y el condroitín dermatan sulfato.

La membrana de Descemet o la lámina limitante posterior es una capa elástica, fuerte alojada en el estroma posterior, en el ojo adulto posee un grosor de 10 a 15 micras, misma que aumenta el grosor según se avanza en los años de vida; está conformada por colágeno de tipo IV, laminina y fibronectina. Es una capa acelular secretada por células endoteliales y que avanza en densidad conforme pasa la edad, llegando a obtener de 8 a 10 micras de grosor en un hombre adulto. Debido al grosor que tiene esta capa puede soportar algunas de las patologías que se producen, estudios demuestran que la distrofia de Fuchs hace una anomalía de la membrana Descemet que conforme avanza la enfermedad se hace menos efectiva la función de las células endoteliales llegando a obtener una descompensación de la córnea.

El endotelio corneal es una membrana de células en forma de cubo, es decir se trata de una monocapa de 4 a 6 micras, este nace de la cresta neural y posee capacidad proliferativa; en los adultos esta capa no se regenera lo que ocasiona pérdida de células conforme avanza la edad y una disminución del grosor; dicho envejecimiento se suele asociar a las distrofias como causa de la post cirugía ocular; además de este endotelio se riegan las ramas para la nutrición del estroma corneal, aportando los nutrientes necesarios, regulando la salida de agua y sustancias que recorren desde el humor acuoso hasta el estroma. El endotelio cumple de función de regular la hidratación y los nutrientes corneales, además de encargarse de la eliminación del exceso de fluido del estroma, aportando ayuda al mantenimiento de la transparencia de la córnea con la ayuda de un sistema de bombeo (Loma Lozano, 2016).

El humor acuoso es otro medio refringente que posee un índice refractivo de 1,336 que se localiza en la cámara anterior adelante del cristalino y en la cámara posterior; este es un líquido transparente que pasa desde la cámara posterior mediante el cuerpo ciliar y a la cámara anterior por la pupila, también interviene en la nutrición de la córnea y del cristalino; la elaboración del humor acuoso depende de un proceso biológico en donde se secreta una cantidad de líquido en el día y el mismo disminuye por las noches; la velocidad de formación media es de 2 a 2,5 ul/minuto. Este líquido es secretado específicamente por el cuerpo ciliar mediante los procesos ciliares, este proceso de secreción consta de dos fragmentos, una secreción activa y otra pasiva.

La secreción activa es aquella que se produce en el epitelio ciliar no pigmentado proveniente del cuerpo ciliar y hace referencia al principal dispositivo de producción,

para la realización de este proceso es necesario utilizar energía para la secreción de sustancias, este mismo funciona como un gradiente de concentración que se activa en el momento en el que pasan iones de sodio (Na) a las células del epitelio no pigmentado para el correcto funcionamiento de la bomba sodio y potasio (Na/K); las enzimas que se encargan de pasar energía son las LaNa, K, ATPasa y la anhidrasa carbónica, esta última es la principal productora de bicarbonato que procesa la secreción activa del humor acuoso. La secreción activa no es sensible a los cambios de la presión intraocular, sin embargo, la presión hidrostática y oncótica presiona al epitelio ciliar favoreciendo la reabsorción más no la secreción de humor acuoso.

La secreción pasiva está conformada del proceso de ultrafiltración y de difusión que hace referencia al proceso de menor producción de humor acuoso, es decir este proceso no depende de una vía activa, sino que se encarga de formar una reserva de ultrafiltrado de plasma en el estroma para de ahí producir el humor acuoso. La difusión es el proceso pasivo del movimiento de los iones mediante las membranas celulares, en donde solo atraviesan aquellas sustancias que son altamente liposolubles. La ultrafiltración es un proceso muy sensible a los cambios de la presión intraocular, es decir que la secreción de humor acuoso disminuye al momento que la presión intraocular aumenta. El humor acuoso cumple dos funciones importantes, la primera es la de determinar la presión intraocular en el momento que existe una obstrucción en la salida de flujo del humor acuoso lo que ocasiona un aumento en la presión intraocular, y la segunda es la de reemplazar la sangre en la nutrición de los tejidos avasculares como son el cristalino y la córnea; el humor acuoso carece de células, pigmentos y proteínas.

El drenaje correcto del humor acuoso contiene dos procesos de producción la vía trabecular que depende de la presión intraocular y la vía uveoescleral que es una vía independiente de la presión intraocular; el transporte de ese humor empieza desde la cámara posterior hacia la cámara anterior del ojo a través de la pupila. La vía trabecular es la vía de transporte común, mediante el cual el humor pasa hasta el canal de Schlemm, desde donde se reparte a los canales colectores, venas y a la circulación venosa episcleral que recambia el fluido en el 90% del humor acuoso. En el camino de la vía trabecular se encuentra la malla trabecular que está conformada por tres partes, la zona uveal es la que contiene laminillas de tejido conectivo revestidas de células endoteliales, distribuidas de manera radial; la malla

corneoescleral que contiene láminas recubiertas de células endoteliales, distribuidas de manera circunferencial; y la última es la yuxtacanalicular que contiene las células alargadas, distribuidas dentro de la matriz extracelular, conformada por fibras elásticas y de colágeno, una particularidad de esta porción es que es el principal lugar de resistencia al drenaje debido a la estructura morfológica que posee.

La vía convencional de drenaje es la encargada de drenar el 10% restante del humor acuoso, este proceso inicia mediante la raíz del iris, la malla uveal y la cara inferior del músculo ciliar que mediante el tejido conjuntivo atraviesa el espacio supracoroideo para evacuar por la esclerótica; el flujo de este medio refringente puede ser alterado de acuerdo a algunos factores como es la variación de horarios y la edad, este último disminuye la producción de fluido conforme avanza la edad. Acompañando al proceso de drenaje y producción de humor acuoso se encuentra la dinámica del mismo que se relaciona con los cambios que causa la producción de humor acuoso en el sistema nervioso central y en el sistema nervioso periférico. La fisiología del humor acuoso concierne al 5% del contenido de agua del globo ocular, está compuesto por 99,69% de líquido vital; con un porcentaje de concentración de proteínas del 16mg%, los 2/3 perteneciente a la albúmina y el 1/3 de globulinas; estas proteínas intervienen en los procesos inflamatorios y al unirse a sustancias estupefacientes como drogas y medicamentos pierden su función llegando a ser degradadas en enzimas (Escobar Pereira & Saldivar Valencia, 2018).

El cristalino es otro componente de los medios refractivos, es un lente biconvexo que contribuye al sistema óptico y refractivo con 15 dioptrías y con un índice de refracción de 1,376; es un órgano que está dentro de una cápsula, es de forma lenticular, es transparente, no posee vasos y nervios, y se encuentra alojando a varias laminillas concéntricas; se localiza al lado del iris y luego se apoya en la cara posterior del vítreo; se encuentra suspendido en los procesos ciliares mediante los filamentos de las células epiteliales. Adicional el cristalino es otra estructura que se encarga de focalizar los rayos en la retina, y se mantiene en su posición debido a la fijación del ligamento suspensorio hasta la zónula de Zinn que recorre desde el ecuador hasta la ora serrata.

Embriológicamente el cristalino nace del ectodermo el cual abarca a la placoda cristalina en donde sus células están en estrecho contacto con la vesícula óptica para continuar con la invaginación por medio de finos y largos filamentos del mismo,

dando lugar a la transformación del epitelio simple al epitelio pseudo estratificado. Al llegar a los treinta y tres días que corresponden a la cuarta semana el ectodermo se separa y se transforma en la vesícula cristalina conformada por una hilera de células de forma cuboidea que junto con las células epiteliales van a fundar la cápsula o cascarilla del cristalino; esta cascarilla tiene por función la protección inmunológica. En los cuarenta y cinco días se cumple la sexta semana, en donde se observa llena la cavidad de donde hilan las primeras fibras y van a constituir el núcleo embrionario. Al término de la séptima semana nace la zona ecuatorial proveniente de unas fibrillas de la cápsula y el núcleo embrionario, que al momento del nacimiento se va a convertir en un núcleo adulto. Dicha cápsula va a rodear todo el lente o cristalino a partir de la sexta semana; siendo la etapa más sensible para la aparición de cataratas desde la tercera hasta la octava semana.

Anatómicamente el cristalino se halla ubicado en la cámara anterior del globo ocular, encontrado detrás del iris y por delante del humor vítreo, suspendidos en la zónula de Zinn y encementado al cuerpo ciliar; posee estrecha relación mediante la cara posterior del iris y con la pupila por una arcada posterior conocida como fosa patelar. El crecimiento del cristalino abarca lo largo de la vida del ser humano, cabe recalcar que en el recién nacido estas medidas cambian siendo el diámetro de 6,4 milímetros; el espesor anteroposterior aporta 3,5 milímetros y a menudo que avanza el crecimiento al llegar a la etapa adulta alcanza a medir 9 milímetros con un espesor anteroposterior de 5 milímetros y con el peso de 225 miligramos; conforme avanza la edad el cristalino se va haciendo rígido, adopta una forma curva, disminuye el índice de refracción y sufre opacificaciones.

En el adulto se presume que el cristalino llega a ser el 50% más grande en la tercera edad que en los 30 años y con un peso de 220 miligramos, de consistencia blanda, gelatinosa, elástica y con facilidad de recobrar su forma original; por lo general el color del cristalino es diferente en el feto, niños y adultos; en el feto el mismo es incoloro y al llegar a la edad de 30 años se vuelve de color amarillo. La consistencia del mismo varía debido a que el aumento va desde las caras del cristalino hasta la periferia y centro; proporcionando una división artificial de tres capas, la primera es suave y superficial, la segunda es consistente, y la última que corresponde a una capa central dura.

El cristalino se compone de algunas partes como es la cápsula, fibras zonulares, epitelio del cristalino, núcleo y corteza del cristalino; la cápsula es una membrana acelular, basal, lisa, contiene colágeno tipo IV y transparente que recubre al cristalino en la parte externa y es aquel que le da forma al mismo, considerando que esta membrana se deteriora conforme pasan los años, es una capa más gruesa en la parte periférica y más delgada en la parte central, alcanzando un grosor de 2 a 4 micras en el polo posterior central, en la cara externa de la cápsula es en donde se encuentra el punto de inserción de las fibras zonulares.

Las fibras zonulares provenientes del cuerpo ciliar es la estructura en donde el cristalino está anclado, mismas fibras que se implantan en la cápsula del cristalino a 1,5 milímetros por delante y encima de la cápsula preliminar y delimitado por detrás a 1,25 milímetros encima de la cápsula ulterior; en el transcurso de los años del individuo las fibras zonulares cambian dejando una separación entre las capas anterior y posterior que acogen una forma triangular en una porción del anillo zonular, el espesor de las fibras es de 5 a 30 milímetros. Dentro de la zónula de Zinn se reconocen tres componentes, el primero es la pars orbicularis en donde se une la zónula posterior con la pars plana a 1,5 milímetros de la ora serrata y por debajo de la membrana limitante interna; el plexo zonular es el segundo componente por donde la zónula atraviesa los valles del cuerpo ciliar para posarse en las fibras de tensión; el último componente es la horquilla zonular en donde se forma el ángulo de la zónula en el cuerpo ciliar.

El epitelio del cristalino es aquella capa formada por una hilera de células epiteliales o también conocida como una monocapa de células metabólicamente activas que realizan síntesis celulares como es la actividad del ácido desoxirribonucleico (ADN) y del ácido ribonucleico (ARN), además de producir adenosina que ayuda a generar energía proveniente del cristalino. Las células epiteliales descienden de la mitosis que contribuye con la actividad de la síntesis de ADN que se origina de la parte preliminar del cristalino o de la zónula germinativa, mismas células que van a formar el proceso de diferenciación de las fibras lenticulares que junto con un grupo de proteínas permite el paso de luz hacia el polo posterior.

La corteza del cristalino se compone de fibras cristalinas distribuidas en capas concéntricas que son de consistencia blanda, es aquel que permite la modificación

del cristalino; el núcleo es la porción que se encuentra en el centro del cristalino, en él se aglomeran varias fibras y se combinan con las células formadas para que la distribución sea de capas antiguas o viejas en la parte central, estas capas son residuos embrionarios que se han formado durante la vida del embrión y que ocupan en centro del mismo; las fibras nuevas se van ubicando detrás de las células antiguas y forma la denominada corteza del cristalino.

El cristalino tiene fisiología de ser una estructura avascular, posee una cápsula elástica y una hilera de células fusiformes, es aquel que permite el paso de la luz hasta la retina con el propósito de formar imágenes nítidas dependiendo de la distancia a la que se localicen los objetos; en visión lejana el cristalino aporta veinte dioptrías y en relajación en combinación de la córnea aporta con cuarenta dioptrías. Este mismo posee acomodación que es la capacidad que tiene el ojo para ver los objetos a diferente distancia, la nitidez es proporcionada por la convergencia que aumenta al observar un objeto cercano, siendo necesarias de sesenta a setenta dioptrías para llevar a cabo este mecanismo (Zarchi Maisincho & Vizcaíno Boada, 2019).

El humor vítreo es otro medio refringente que se localiza en la parte posterior del globo ocular por detrás del cristalino, es un gel que establece un medio transparente que ocupa las 4/5 partes del globo ocular, pesa 4 gramos; este gel mayormente posee forma convexa que entra en contacto con la retina y el cuerpo ciliar, ocupa un espacio esférico con una depresión denominada fosa patelar; posee un índice de refracción de 1,337. La estructura del humor vítreo da lugar a la hialoides anterior que está en contacto con el cuerpo ciliar y la lente cristaliniana, mientras que la hialoides posterior se constituye de la membrana limitante interna de la retina.

La hialoides se combina con algunas estructuras adyacentes a ella, entre ellas se encuentra las adherencias peripapilares o también conocida como el anillo de Weiss que se localiza en la parte posterior fijada a la papila, esta estructura se mantiene fuertemente unida por medio de adherencias que miden de 5 a 6 milímetros en la parte anteroposterior cerca de la ora serrata; en la parte anterior se fija a la cápsula posterior del cristalino a un diámetro de 1 milímetro del ecuador, se le conoce como el ligamento de Wieger, misma que proporciona adherencia y que se deteriora con el paso de los años. La decadencia del humor vítreo es la disgregación sucesiva de la

estructura provocando la licuefacción de vítreo y una declinación fisiológica que provoca el desprendimiento de vítreo posterior.

El humor vítreo se caracteriza por poseer dos funciones importantes como es la de nutrir al cristalino y a la retina, y la de absorber y redistribuir las fuerzas que se aplican a los tejidos oculares que sirven de amortiguador ante los traumas oculares. El metabolismo tiene un complejo mecanismo metabólico natural debido a las interacciones moleculares ya la edad avanzada, lo que hace que el humor vítreo no posea la misma densidad entre un recién nacido y una persona de edad adulta; en la fase más avanzada de la edad el cuerpo vítreo luce pequeño y con densidad mayor localizada en la corteza externa o córtex vítreo; esto se debe a los cambios de colágeno y de proteoglicano (Montefusco Pereira & Alves Pinto, 2016).

1.2.3 Defectos refractivos

Los medios refringentes anteriormente mencionados tienen la particularidad de ser transparentes, para facilitar el paso de la luz y de esta manera permitir el proceso visual; cualquier anomalía que se presente en los medios refringentes desencadena alteraciones y defectos visuales. Sin embargo, cada persona posee unos ojos únicos, es decir no todos poseen defectos visuales y son aquellos denominados ojos emétopes; mientras que los ojos que presentan defectos o alteraciones visuales se los conoce como amétopes. Aquellas personas que poseen deficiencias visuales tienen ametropías que se clasifican en miopía, hipermetropía y astigmatismo.

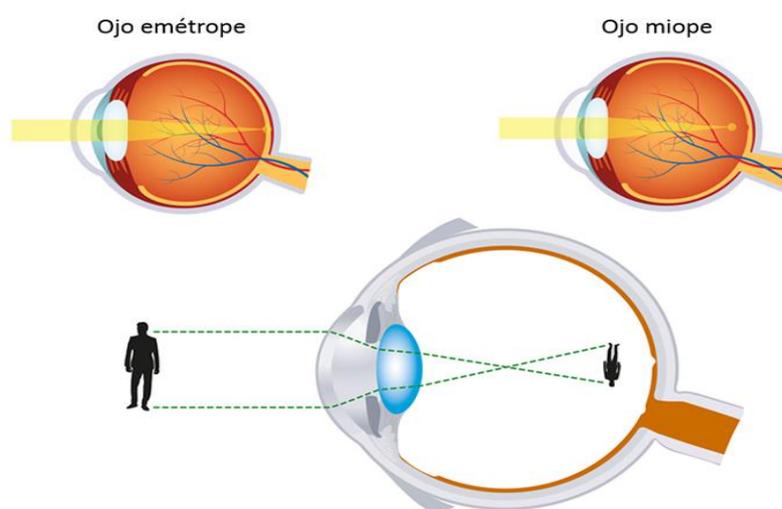


Imagen 4. Ojo emétopo vs ojo miope.

Fuente: (Rementeria Clínica, 2017).

La miopía es uno de los defectos refractivos que fue descubierta por algunos científicos entre ellos Aristóteles quién describió la vista larga; en el año 131 Galeno coincide que la miopía es el defecto que permite ver claramente los objetos en visión cercana pero no en la visión lejana; Nicolás Cansanus en 1401 refiere que las lentes cóncavas son de tratamiento para la miopía; Suspici aprobó las lentes tóricas para el mismo tratamiento, Johannes Kepper en 1604 menciona a la miopía como una ciencia de la óptica refractiva; de igual manera Walls en 1811 define a la miopía como aquel defecto refractivo en la cual los rayos de luz que entran por el ojo no son enfocadas en la retina sino delante de ella.

La miopía es una rareza de la refracción, la palabra miopía se deriva del griego que significa guiñar los ojos, para conseguir realizar una hendidura estenopeica que hace que la persona miope vea bien de lejos. La razón de este defecto visual es que el ojo tiene un exceso de potencia refractiva, en donde los rayos de luz convergen delante de la retina. La razón para que se desarrolle un ojo miope es que posee un eje anteroposterior grande, curvatura corneal grande, también posee pupilas midriáticas y cámara anterior profunda. Por las mismas razones estos ojos son más propensos a poseer glaucoma crónico de ángulo abierto, la aparición de catarata, se generan cambios degenerativos coriorretinianos que tienen lugar en la quinta década de la vida. De acuerdo a la cuantificación del defecto refractivo los daños son execrables como es el desprendimiento de retina, desprendimiento de vítreo posterior, desgarros y desprendimientos de retina, debido a la longitud del globo ocular.

La etiopatogenia de la miopía depende en un cierto porcentaje de los familiares, es decir los hijos que provienen de padres miopes tiene un riesgo del 46% de poseer el defecto visual; pero si uno de los padres es miope, el hijo tiene la probabilidad del 25% de heredar el defecto visual; la predisposición que posee esta enfermedad depende del desarrollo de la retina en referencia a las membranas esclera y coroides, debido a que una teoría explica que la miopía maligna se genera debido a que existe un exceso de desarrollo de la retina que proyecta un desequilibrio entre el crecimiento de las membranas antes mencionadas.

La evolución del ojo y sus defectos refractivos mejora conforme avanza el crecimiento ocular, la miopía y la hipermetropía son defectos que tienden a mejorar por el propio crecimiento y desarrollo del sistema visual, sin embargo, la miopía se puede presentar

desde edades tempranas de la infancia, a pesar de que a los 18 años, debe estabilizarse la ametropía, existen casos de aparición de miopía en esta edad conocida como aparición in novo, que tiende a progresar en dioptrías; la aparición de la misma también se ha evidenciado en la cuarta y quinta década de la vida en donde se presenta después de la aparición de catarata y el esfuerzo de los medios refringentes al momento de enfocar la visión cercana.

La prevalencia de la miopía está ligada a la edad, raza, sexo y el nivel escolar; entre el grupo de las ametropías, la miopía es la más frecuente con el 30% de la población; la hipermetropía con un 6% y el astigmatismo con el 10% aproximadamente; en las mujeres el porcentaje de esta ametropía es mayor que en los hombres; en relación con la edad, los niños y adolescentes son los más acechados por esta ametropía a pesar de que la misma empieza a reducirse conforme avanza la edad alrededor de los 45 años. A nivel mundial, el continente asiático es el más afectado por la miopía que va desde el 50% de la población de niños chinos y el 84% en la población taiwanesa.

El ojo miope es aquel que posee una excesiva longitud axial o se asocia a un exuberancia de convergencia de algunos elementos refractivos; razón por la que la luz que ingresa por la pupila, recorre los medios refringentes y llega antes de la retina; siendo el punto remoto el más alejado y el que mira claramente; por lo que la imagen borrosa observada más allá del punto remoto, que se forma delante de la retina es más grande que la que se forma en un ojo emétrope; la miopía se caracteriza por poseer un exceso de poder de refracción que por la ausencia de la acomodación, los rayos llegan por delante de la retina y forman el llamado círculo de difusión.

Existen diferentes clasificaciones acerca de esta ametropía, algunas de ellas es la clasificación desde el punto de vista clínico, en donde encontramos dos clases, la miopía simple, que son aquellas miopías que no pasan de 6 dioptrías y que no hay hallazgos de lesiones oculares; la miopía patológica son las que son mayores a 6 dioptrías, son progresivas conforme avanza el defecto y poseen lesiones oculares. Otra clasificación es la del punto de vista óptico y son de tres tipos, la primera es la de tipo axial que es el exceso de longitud del eje anteroposterior, es decir el ojo es más grande de lo normal; la segunda es la miopía de índice que se genera por un aumento del índice de refracción de la córnea o del cristalino o bien puede ser por

una disminución del índice del humor acuoso y vítreo, y por último la tercera es la miopía de curvatura que se produce por una disminución de radio de curvatura corneal y de la cara del cristalino.

Adicional a estas clasificaciones es la de la miopía en el momento de la aparición que contiene 4 clasificaciones internas empezando por la miopía congénita misma que se presenta al momento del nacimiento y que persiste después del proceso de plasticidad; la miopía de comienzo en la infancia que se percibe desde los 6 años, pubertad y adolescencia; la miopía de comienzo precoz en el adulto que surge desde los 20 años de edad hasta los 40; y la miopía de comienzo tardío en el adulto que aparece posterior a los 40 años. Distinta clasificación es la de la miopía según la magnitud es la miopía baja que es menor a 4 dioptrías; la miopía moderada que está entre 4 y 8 dioptrías; y la miopía elevada que es la mayor a 8 dioptrías. Y otra clasificación adicional es la miopía nocturna que es causada por las condiciones baja iluminación, por otra parte, la poca iluminación y la aberración cromática, esférica son factores que condicionan al ojo que padece miopía.

Los signos y síntomas de esta ametropía va a depender del tipo de miopía que se presente; es decir si se presenta una miopía simple los síntomas son la fotofobia, visión borrosa; mientras que en la miopía nocturna lo más predominante es la baja iluminación; los síntomas que acechan la miopía patológica es la disminución de agudeza visual, escotomas, miodesopsias y metamorfopsias. En relación a los signos en la miopía patológica se evidencian en el fondo de ojo como son las lesiones maculares, como miópico; en el humor vítreo se halla condensaciones y en el cristalino se encuentran opacidades, teniendo en cuenta que también se evidencian desprendimientos de retina, catarata y glaucoma. En el caso de los signos de la miopía simple, el sujeto guiña o entrecierra los párpados para formar una hendidura estenopeica y aumentar la profundidad de foco para intentar ver claramente (Mejía Solano, 2016).

Para la corrección de la miopía existen varios métodos entre ellos los más utilizados es la compensación óptica es decir que en los métodos propuestos dentro de esta rama, si no se usa de manera correcta, la ametropía crece en dioptrías, lo que es diferente a la corrección óptica. Dentro de esta rama están las lunas oftálmicas que son lentes monofocales de poder negativo y son divergentes, mismos que generan

un cambio en el rayo de luz que llega a la retina. En el mercado existen diferentes materiales de lunas oftálmicas están los orgánicos que hace referencia las resinas de plástico y los minerales que es el vidrio; dentro de las resinas orgánicas se encuentran los polímeros formados de materia orgánica, son más livianos y resistentes como es el caso del policarbonato; mientras que los minerales tienen la ventaja de ser altamente permeables a las rayas, a pesar de que en el mercado exista un discontinuo de minerales para óptica debido al peso y al peligro que representa el vidrio. Los tratamientos dependen de la necesidad que tenga el paciente algunos de los filtros conocidos son el antirreflejo, fotocromático y transitions.

Otra opción diferente a la compensación óptica son los lentes de contacto que poseen varias ventajas sobre los lentes de armazón, entre algunas de ellas están el campo visual amplio se recalca que en pacientes con miopías patológicas estos lentes son más pequeños; en el caso de la anisometropía este reduce la aniseiconía que producen los lentes de armazón; no existen defectos prismáticos, aberraciones laterales, reflejos y empañamiento. Los lentes de contacto hidrofílicos corrigen defectos refractivos como el caso de la miopía, sin embargo, estudios han determinado que no controlen el defecto refractivo y que ocasionan edemas corneales. Los lentes de contacto rígidos gaspermeables a los gases (RGP) son complicados al momento de la adaptación, sin embargo, son los que controlan la miopía debido a la acción mecánica de la lente y al efecto de aplanamiento de la córnea, se recalca que el uso de los mismos debe ser de manera constante puesto a que si cesa el uso podría progresar la miopía. De la misma manera está la ortoqueratología que posee la misma meta de frenar este defecto refractivo.

En el tratamiento quirúrgico se detalla dos maneras la cirugía corneal y la cirugía intraocular; dentro de la primera rama se encuentra algunos métodos y técnicas que se usan para frenar el avance de la miopía entre ellos está la cirugía corneal que implica aplanar la superficie de la córnea para llegar a aplanarla; una subrama indica a la queratotomía radial (RK) que realiza incisiones radiales a nivel de córnea en la periferia, técnica que corrige hasta 6 dioptrías, la misma dejaba residuos de la ametropía o una hiper e hipocorrección, con el paso del tiempo y con la aparición del láser, esta técnica quedo en el pasado. La técnica más común en la LASIK que realiza un corte corneal y aparece un colgajo proveniente de la parte anterior del estroma y del epitelio, corrige miopías de hasta 10 dioptrías. La cirugía intraocular corrige

miopías altas, su procedimiento se basa en la extracción del cristalino, siendo un proceso de alto riesgo, ya que es similar a la extracción de catarata (Páez Méndez, 2017).

La hipermetropía es uno más de los defectos visuales antes mencionados, esta ametropía proviene del griego hiper que significa exceso, metron que es medida y ops que hace referencia a los ojos; en este defecto visual el eje anteroposterior es más corto y la luz que ingresa por la pupila llega detrás de la retina, formando los círculos de difusión que hace que la imagen se observe borrosa; esto se debe a que el ojo posee un poder dióptrico deficiente por lo que es necesario aumentar el poder para que el rayo de luz se proyecte directamente sobre la retina, proceso que se logra mediante la acomodación fisiológica del ojo o mediante lentes correctoras.

Esta ametropía se caracteriza porque el eje del ojo es corto, el poder de refracción de la córnea y el cristalino es menor y es poco convergente; es una condición en donde la visión es borrosa de cerca, es fisiológica desde el nacimiento hasta llegar al período de plasticidad o maduración visual. En los niños se evidencia el proceso de acomodación activa que permite el enfoque de la luz directo en la retina mediante la compensación, proyectando una falsa agudeza visual a pesar de poseer el defecto refractivo, esto se observa ante la presencia de hipermetropías menores a 3 dioptrías, mientras que en hipermetropías mayores a 5 dioptrías no es posible que se aplique el proceso de acomodación y también se observa una baja agudeza visual.

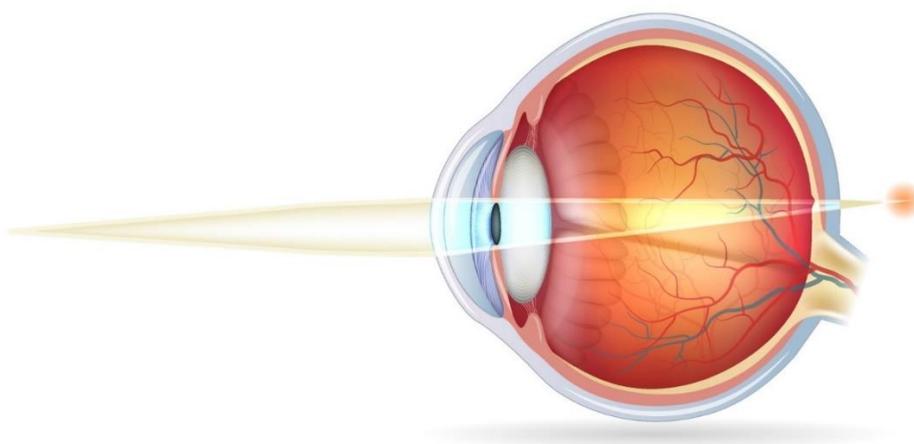


Imagen 5. Hipermetropía.

Fuente: (Vissum).

Cuando la hipermetropía es de dioptrías altas se evidencia la presencia de estrabismos y ambliopías, que se genera como una respuesta del ojo ante el desenfoque; en el caso de los niños hipermétropes se evidencia que ellos ven aparentemente bien de lejos pero reportan un esfuerzo visual y los síntomas se relacionan a actividades que realizan en visión cercana, dentro de ellos está la cefalea, hiperemia conjuntival que están ligados a la falta de interés en los estudios, que desencadena en estrabismos convergentes como respuesta al trabajo acomodativo que realiza para compensar la ametropía; estudios demuestran que las hipermetropías menores a 3 dioptrías son totalmente asintomáticas.

El problema que desencadena la hipermetropía es cuando se evidencia la aparición de la anisometropía, debido a que no es un mecanismo simétrico no permite la compensación visual de ambos ojos, lo que facilita la formación de una imagen borrosa en el ojo que posee mayor graduación, interfiriendo con la agudeza visual y desencadenando una ambliopía; en edades tempranas la ambliopía es asintomática, motivo por el cual el déficit visual que se genera es irreversible de manera parcial o totalmente, con carencia de agudeza visual por el resto de la vida del individuo (Marés Bermúdez & Esso Arbolave, 2018).

La hipermetropía total se deriva de dos constantes la hipermetropía latente que se deriva del tono fisiológico del músculo ciliar y es observable cuando se aplica un tónico para paralizar la acomodación; la hipermetropía manifiesta es otro componente de la hipermetropía total no tiene sintomatología y es aquella en donde el paciente no es capaz de compensarla. A pesar de estos tipos de hipermetropías, existen otros tipos de clasificaciones como es la hipermetropía axial se caracteriza por conservar el eje anteroposterior corto, aunque por deberse a la edad del niño las hipermetropías de 2 y 3 dioptrías pueden considerarse fisiológicas; cabe especificar que por cada milímetro de acortamiento del eje óptico equivale a 3 dioptrías aproximadamente; también se puede observar casos de aparición de tumores orbitarios ligados al acortamiento del globo ocular.

La hipermetropía de curvatura se debe a la extenuación de la córnea congénito o adquirido debido a una enfermedad ocular o a un traumatismo; la hipermetropía de índice se produce por la disminución de la convergencia que proviene del cristalino, por lo que en los adultos produce una hipermetropía latente o facultativa; la

hipermetropía por afaquia, por ausencia de cristalino, subluxación y luxación posterior se caracteriza por generar una hipermetropía acusada. La hipermetropía primaria por lo general se presenta en la niñez, prospera progresivamente hasta llegar al período de plasticidad ocular que hace referencia a los 8 años de edad.

El tratamiento de la hipermetropía se puede asociar a la corrección óptica como son los lentes de montura con lunas convexas o positivas que brindan ayuda para que el rayo de luz llegue directo a la retina; los lentes de contacto que facilitan la compensación de la forma del ojo, permiten un campo visual más amplio y ver las imágenes más nítidas, la cirugía refractiva LASIK que es la más efectiva y corrige hasta 6 dioptrías aproximadamente. La corrección es necesaria si los síntomas son permanentes ante este defecto visual; el paciente tolera una leve hipocorrección, sin embargo, en el caso de que se presente estrabismo se debe corregir con el total de la refracción de la hipermetropía (Cabrera Cardenas & Cabrera Sanchez, 2017).

El astigmatismo es uno más de los defectos refractivos, es una condición óptica en la cual los rayos de luz que provienen del exterior, no son refractados de igual manera por los meridianos que lo constituyen, se desvían y por ende poseen diferente poder refractivo; etimológicamente la palabra astigmatismo se deriva del griego, a que significa sin y stigma significa punto, es decir se define como la separación del punto focal; también se lo asocia a una anomalía en la curvatura de los medios refringentes por lo que se encuentran separados en distintos puntos focales sobre una misma recta; esta anomalía se relaciona a que la curvatura de la córnea está alterada y se generan varios radios de curvatura, dando lugar a la formación del conoide de Sturm.

La etiología del astigmatismo señala que el defecto es provocado por la irregularidad de anterior de la córnea, cristalino o de los medios refringentes; por lo general el origen del astigmatismo es congénito y conforme el individuo crece él mismo evoluciona, debido a que estudios demuestran un patrón autosómico dominante. Aunque también el astigmatismo puede ser adquirido como es la irregularidad de la córnea y el cristalino en donde se presenta el caso del astigmatismo fisiológico con un valor aproximado de 0,50 hasta 0,75 dioptrías. El astigmatismo posee una regla de cálculo de eje similar a un graduador, y se divide en tres meridianos principales como es el meridiano vertical, mismo que se le conoce con el nombre de astigmatismo

contra la regla; el meridiano horizontal se le denomina astigmatismo con la regla, y por último el meridiano oblicuo que se conoce como astigmatismo oblicuo.

La epidemiología del astigmatismo está basada en el 42% de la población quienes demuestran un astigmatismo mayor a 0,50 dioptrías; mientras que un 20% presenta astigmatismo superior a 1,00 dioptría. Sin embargo, la población de los recién nacidos también reporta avistamientos de 1,00 dioptría de astigmatismo, el eje que poseen es del meridiano contra la regla y lo cambian al momento, posterior conforme avanza el desarrollo visual el cilindro de la ametropía presenten en el niño tiende a cambiar, debido al proceso de emetropización; estudios evidencian que los niños con astigmatismo contra la regla después de los 6 años de edad, el astigmatismo se vuelve con la regla.

La prevalencia del astigmatismo, su magnitud y orientación que presenta el mismo, depende de la edad y grupo étnico; en niños de raza blanca, iraníes, hispanos y brasileños se comprueban astigmatismos con la regla; mientras que en los países sudamericanos la incidencia de astigmatismo con la regla hipermetrópico se evidencia en niños menores de 1 año, con valores promedio de 1,50 en la esfera y de 2,50 en el cilindro de la ametropía. La evolución del astigmatismo contra la regla en la infancia del recién nacido disminuye con los años, estudios demuestran que el astigmatismo baja especialmente después de los 4 años de edad; mientras que en el astigmatismo con la regla no hay variación de la ametropía.

El astigmatismo se clasifican en diferentes clases, una de ellas es la magnitud del astigmatismo que se clasifica en astigmatismo bajo de 0,00 a 1,00 dioptría, el astigmatismo moderado de 1,25 a 3,00 dioptrías y el astigmatismo alto que es mayor a 3,00 dioptrías; otro autor señala una codificación distinta en cuanto a la magnitud y esta va desde el astigmatismo insignificante que es menor de 0,75 dioptrías, el astigmatismo bajo que comprende de 1,00 a 1,50 dioptrías, astigmatismo moderado desde 1,75 a 2,50 dioptrías, astigmatismo alto desde 2,50 dioptrías.

Otra clasificación es el astigmatismo según la regularidad de superficies, están los regulares y los irregulares; el astigmatismo regular es aquel que proviene de dos meridianos uno que es de mayor incidencia refractiva y otro que es de menor refracción, este astigmatismo se proyecta en un plano dióptrico y está a nivel de la retina; dentro de este astigmatismo se observa una subclasificación, el primero es un

astigmatismo simple en donde un rayo de luz llega directamente a la retina; el astigmatismo compuesto se determina por poseer un defecto esférico como es la miopía o hipermetropía, combinado con el astigmatismo y al final se halla el astigmatismo mixto que se caracteriza por demostrar un rayo de luz antes y otro después de la retina. El astigmatismo irregular se deriva de la curvatura de la córnea y de los medios refringentes desde donde sobresalen diferentes puntos focales y la luz no llega con precisión a la retina, lo que desencadena que se vea las imágenes del entorno borrosas; las irregularidades que se presentan se asocian a patologías como lenticono, úlceras corneales, catarata y queratocono.

La longitud del ojo es otra variable que condiciona otro tipo de codificación del astigmatismo, como es el astigmatismo miópico simple, en donde el meridiano miope es el horizontal y el meridiano contralateral es emétrope; el astigmatismo hipermetrópico simple, un meridiano es hipermétrope y se encuentra un rayo de luz detrás de la retina y el otro rayo llega directo a la retina que corresponde al meridiano horizontal. El astigmatismo miópico compuesto demuestra dos rayos de luz que se proyectan delante de la retina que se refiere a la miopía; en el astigmatismo hipermetrópico compuesto se observa los rayos de luz detrás de la retina en un meridiano horizontal; por último, en el astigmatismo mixto se observan dos rayos de luz, uno delante y otro detrás de la retina.

Los síntomas del astigmatismo depende de la magnitud en que se presenta la ametropía, es decir, en el caso de que el astigmatismo sea de baja magnitud es asintomático, pero conforme avanza en dioptrías se vuelve totalmente sintomático; algunos de los síntomas son la astenopia, acompañada de lagrimeo, fotofobia, cefalea; una agudeza visual (AV) aparentemente normal a pesar de registrar fatiga visual y letras dobles; y en casos de astigmatismo con dioptrías elevadas pueden referir visión borrosa a cualquier distancia, cefalea, náuseas, posiciones compensadoras de cabeza, acercamiento en tareas de visión cercana.

El tratamiento del astigmatismo se puede realizar con lentes compensadores mediante lunas esféricas o esfero cilíndricas, en el caso de presentarse un defecto esférico; también está el uso de lentes de contacto tóricas que facilitan la corrección óptica, estas lentillas son favorablemente soportables en astigmatismo con la regla, y las lentillas tóricas blandas son favorables en astigmatismos pequeños. También se

encuentran las técnicas quirúrgicas que se seccionan en dos partes, las relajantes y las traccionales; dentro de las relajantes se encuentran las técnicas de aplanamiento del eje, y en las traccionales se desarrollan con el fin de aumentar la curvatura (Romo Yáñez, 2020).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.

2.1 Diseño metodológico de la sistematización.

2.1.1 Contexto y clasificación de la investigación:

Se realizó un estudio descriptivo de tipo longitudinal prospectivo, con el objetivo de determinar la incidencia de defectos refractivos en niños de primer a tercer año de educación básica de la Escuela Galo Plaza Lasso en el sector de San Carlos en el Distrito Metropolitano de Quito, en el período de Marzo - Noviembre 2019.

2.2 Universo y muestra:

El universo estuvo constituido por todos los estudiantes que se encontraron matriculados y asistiendo a primer, segundo y tercer año de educación básica en el período comprendido para el estudio (N= 335).

La muestra quedó constituida por todos los estudiantes que cumplieron con los criterios de inclusión (n=248).

Criterios de inclusión de la muestra:

- Los estudiantes que se encontraban matriculados en la secretaria general de la escuela Galo Plaza Lasso.
- Todos los estudiantes de ambos sexos que cursaban primer, segundo y tercer año de educación básica en la Escuela Galo Plaza Lasso.
- Los estudiantes con edades entre 5 y 8 años de edad.
- Los estudiantes que entregaron el acta de consentimiento informado debidamente firmado por el tutor.
- Los estudiantes que asistieron el día que se realizó los exámenes optométricos.

Criterios de exclusión de la muestra:

- Los estudiantes que no se encuentren matriculados en la secretaria general de la escuela Galo Plaza Lasso.
- Los estudiantes de ambos sexos que no estaban cursando primer, segundo y tercer año de educación básica en la Escuela Galo Plaza Lasso.

- Los estudiantes que no cumplan con el requisito de edad expuesto en el criterio de inclusión.
- Los estudiantes que no entregaron el acta de consentimiento informado debidamente firmado por el tutor.
- Los estudiantes que no asistieron el día que se realizó los exámenes optométricos.

2.3 Metódica:

Se realizó una reunión con la directora de la escuela Galo Plaza Lasso, en la cual explicamos el programa visual que se va a realizar, nos ponemos de acuerdo en las fechas para realizar la brigada visual y posterior presentamos un oficio respaldado por la universidad, solicitando autorización a la directora de la institución para ingresar a realizar los exámenes optométricos a los escolares de primer, segundo y tercer año de educación general básica.

Posterior se efectuó una reunión con estudiantes y docentes para brindarles información, explicación, motivo y el procedimiento que se va a realizar en este estudio; para esto fue necesario la creación de un acta de consentimiento informado que consta de los nombres y apellidos del representante y del educando en donde se explica el programa y aceptan colaborar con el itinerario, al final del acta se brindó un espacio para colocar el nombre y firma del representante y del examinador encargado. Después se procedió a entregar este documento a cada estudiante para que lleve a su casa y traiga al siguiente día debidamente firmado lo que indicaba la aprobación.

Días previos a la realización del programa desarrollado en la escuela antes referida, ya estaban listos los equipos que se utilizarían en la brigada visual como la historia clínica, optotipos numéricos, E direccional, de figuras, cartilla de Snellen, oclusores, cajas de prueba, lensómetro, retinoscopio, cartillas de retinoscopia, oftalmoscopio y material didáctico como cinta scotch, esferos, lápices, corrector, tijera, grapas y engrapadora.

Un día antes de hacer la brigada visual pasamos por cada aula retirando las actas de consentimiento informado para proceder a seleccionar los escolares que trajeron dicha acta debidamente firmada; se seleccionó grupos de 5 estudiantes por orden de lista y se coordinó el horario de salida de los mismos con los docentes encargados.

El día de realización del estudio, se acondicionó el lugar para efectuar el programa visual, empezamos por colocar los optotipos a 6 metros, designamos lugares para la toma de anamnesis, agudeza visual, motilidad ocular, lensometría y toma de refracción, acto seguido a los estudiantes de primero de básica se les llevó a la sala de audiovisuales para dar inicio a los exámenes optométricos.

A los estudiantes en compañía de su respectivo docente tutor, se les relleno una historia clínica, la cual constaba de datos filiales (apellidos, nombres, edad, sexo, fecha actual, ocupación, grado de escolaridad, nombre del tutor, nombre de la institución), una anamnesis que recolectó (motivo de consulta, antecedentes patológicos personales, antecedentes patológicos familiares, antecedentes patológicos oculares, historia de la enfermedad actual, tiempo que dedica a los equipos digitales), lensometría (prescripción en uso), la agudeza visual (sin corrección, con corrección, con agujero estenopeco de lejos en el ojo derecho, ojo izquierdo), examen externo (anexos oculares), examen motor (Hirschberg, ángulo kappa, punto próximo de convergencia), motilidad intrínseca (reflejos pupilares), motilidad extrínseca (cover test, ducciones, versiones, vergencias), la refracción (con retinoscopio), oftalmoscopia, examen ambulatorio (paciente caminando con la prescripción actual) y la prescripción final (medida del ojo derecho, ojo izquierdo, grados, distancia naso pupilar, altura y agudeza visual final correspondiente a cada ojo).

Para empezar el examen se solicitó a los escolares que utilizaban correcciones ópticas nos permitieran los lentes para determinar la medida por medio de la lensometría, para este procedimiento se utilizó un lensómetro manual de marca Silux de lectura interna, colocando los datos obtenidos en la parte de lensometría.

Se verificó la agudeza visual en condiciones adecuadas de iluminación a una distancia de 6 metros mediante optotipos numéricos, E direccional, de figuras y la cartilla de Snellen, para la toma de agudeza visual se empleó un ocluser pediátrico, ocluyendo primero el ojo izquierdo, y solicitando que lea con el ojo derecho las letras o figuras que se encontraban al frente, por consiguiente, se realizó el semejante procedimiento en el ojo derecho. Los resultados se anotaron en la historia clínica en el espacio adecuado, de igual manera si se utilizó agujero estenopeco, se anotó el valor dentro del cuadro de agudeza visual. Los respectivos valores de la agudeza

visual se agruparon de acuerdo a la clasificación internacional de enfermedades décima edición CIE-10, la cual establece que la agudeza visual es una variable cualitativa ordinal, politómica. La Organización Mundial de la Salud (OMS) determinó una clasificación de la agudeza visual, estableciendo cuatro grupos diferentes según la agudeza visual del mejor ojo con la corrección visual disponible en el momento del examen. Estos grupos son normales aquellos que logran una agudeza visual de 20/60 o más. Limitación visual son los individuos quienes alcanzan agudezas visuales entre menos de 20/60 y 20/200. La limitación visual severa comprende el grupo de personas que logran una agudeza visual de menos de 20/200 hasta 20/400. Y la ceguera es la agudeza visual menor a 20/400 (0,05 o 3/60) (Organización Mundial de la Salud).

Continuando con el proceso se realizó un exámen externo en el cual se examinó cejas, pestañas, párpados, aparato lagrimal con ayuda de una linterna; el siguiente paso fue la realización del examen motor en el cual se aplicó las técnicas de Hirschberg, ángulo Kappa y punto próximo de convergencia (PPC) para esto se utilizó una linterna y un esfero con tapa roja; para examinar la motilidad intrínseca misma que abarca los reflejos pupilares fotomotor, consensual y acomodativo se realizó por medio de una linterna optométrica; la motilidad extrínseca fue evaluada mediante las pruebas de cover test, ducciones, versiones, vergencias con ayuda de un ocluser pediátrico.

El examen continuó con la refracción mediante la retinoscopía utilizando un set de diagnóstico de marca Welch Allyn, aplicando la retinoscopia dinámica y estática de acuerdo a cada caso, dependiendo del tipo de retinoscopía que se aplicó se desarrolló diferentes métodos; en el caso de la retinoscopía dinámica se utilizó las cartillas de retinoscopía a 40 centímetros del paciente, se solicitó que vea un dibujo dentro de la cartilla y se prosiguió a refractar; en el caso de la retinoscopía estática se utilizó un lente de relajación de 2 dioptrías positivas con el propósito de relajar la acomodación del paciente, adicional se pidió que vea el optotipo que se encontraba a 6 metros, procediendo a refractar; al final de este procedimiento con los datos obtenidos, estos se colocaron en la historia clínica en la parte de retinoscopía.

Por consecuente se realizó oftalmoscopia directa mediante el oftalmoscopio marca Welch Allyn, esto en casos de defectos visuales significativos, medios refringentes opacos, sombras opacas en la retinoscopía, para la técnica de oftalmoscopia fue

necesario apagar toda la iluminación para quedar en completa oscuridad, el escolar mira un punto fijo en el techo de la habitación, procediendo a examinar.

Finalmente, con el dato de la retinoscopía se procedió a colocar la medida en la montura de prueba, después se pidió al escolar que lea nuevamente el optotipo y de esta manera comprobar si mejora o no la agudeza visual, dependiendo de la respuesta se procedió a cambiar las lentillas hasta quedar afinada la agudeza visual; luego se realizó un examen ambulatorio que constó en pedir al escolar que camine con la refracción con el objetivo de verificar si la refracción es correcta o si existen mareos, cefalea, distorsión, en el caso de no presentar ninguno de los síntomas antes mencionados, se sobrentendió la efectividad de la refracción, de esta manera se pudo anotar los datos obtenidos en la prescripción final, siendo los parámetros obligatorios el valor de la esfera, el cilindro, el eje, la distancia naso pupilar, la distancia pupilar y la altura, para la toma de la distancia naso pupilar se utilizó una reglilla milimétrica, linterna y marcador punta fina, procediendo de la misma manera para la toma de la altura.

Existieron pacientes emétopes aquellos que carecían de defectos refractivos y los pacientes amétopes que poseían algún defecto refractivo. Las diferentes ametropías se clasificaron en hipermetropía, miopía y astigmatismo.

Para el desarrollo de este estudio se tomó en consideración a niños de educación general básica, población con rango entre 5 a 14 años de edad matriculada en nivel de educación básica y que pertenecen al grupo de edad oficial correspondiente al nivel de educación de acuerdo al censo poblacional del año 2010.

La edad de los educandos en la muestra de estudio, se fragmentó en cuatro segmentos 5, 6, 7 y 8 años cumplidos de los párvulos en el momento del examen, los mismos que pertenecen al nivel de educación básica, según el Reglamento General a la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) en el artículo 27, se tiene que el Sistema Nacional de Educación (SNE) tiene tres niveles Inicial, Básica y Bachillerato y cuenta con subniveles para la respectiva calificación de aptitudes pertenecientes al Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil de julio 2016 del Ministerio de Educación del Ecuador (Ministerio de educación del Ecuador, 2016).

La cualidad sexo de los estudiantes para la muestra, se consideró como masculino y femenino; el sexo será registrado considerando la condición biológica del recién

nacido, como hombre (masculino) o mujer (femenino), de conformidad a lo determinado por el profesional de la salud o la persona que hubiere atendido el parto (Registro civil del Ecuador, 2016).

La variable grado escolar está compuesto por primer, segundo y tercer año de básica, tomando en cuenta el inventario de estudiantes matriculados, presentes el día del examen y que cumplan con los requisitos de inclusión. La clasificación del grado escolar se basa en tres niveles conformados por el Inicial 1 niños de 3 años, Inicial 2 niños de 3 a 5 años de edad, Básica comprenden preparatoria a básica superior y el Bachillerato comprenden primero, segundo y tercer curso basado en el Instructivo según lo estipulado en la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI) y su Reglamento General para su aplicación en las instituciones educativas públicas (fiscales y municipales), fiscomisionales y particulares del Sistema Nacional de Educación (Ministerio de educación del Ecuador, 2016).

Para redactar los resultados de la tabla de rendimiento escolar se utilizó las normas del Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil actualizado a julio del 2016; los mismos que se solicitaron en la secretaría general de la escuela Galo Plaza Lasso. De acuerdo al instructivo a los estudiantes de educación general básica se les califica con los siguientes parámetros; domina los aprendizajes requeridos (DAR) en escala de 9 a 10, alcanza los aprendizajes requeridos (AAR) en rango de 7 a 8, próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos (PAAR) de 5 a 6 y no alcanza los aprendizajes requeridos (NAAR) como rango 4. Según el Art. 193, del Reglamento General a la LOEI para superar cada nivel (Ministerio de educación del Ecuador, 2016).

2.3.1 Para la recolección de información

Se recogieron los datos siguiendo una historia clínica elaborada que recolectó datos filiales (apellidos, nombres, edad, sexo, fecha actual, ocupación, grado al que pertenecen, nombre del tutor), una anamnesis que recolectó (motivo de consulta, antecedentes patológicos personales, familiares, oculares, prenatales, perinatales, postnatales), la agudeza visual y la medida en uso. (Dichos datos fueron llevados a sistemas automatizados de gestión de base de datos). (Ver anexo 1: Historia Clínica).

2.3.2 Para el procesamiento de la información

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

2.3.3 Técnicas de discusión y síntesis de los resultados.

Para el debate y la exégesis de los resultados nos apoyamos en una bibliografía actualizada, así mismo contemplamos opciones acerca de trabajos semejantes tomando en cuenta sus hallazgos y conclusiones, además de apoyarnos en la vasta experiencia de docentes de la cátedra, asesores, tutores y optómetras que se encuentran en servicio activo.

2.4 Bioética

En el transcurso del proceso de indagación de información para la ejecución del estudio investigativo, no se quebrantó ninguna cláusula del principio de beneficencia ni de la ética médica; debido a que velamos por el bienestar de los estudiantes dentro del estudio de investigación que recolectamos en cada una de las historias clínicas, cumpliendo a cabalidad con los principios éticos elementales como la autonomía (con el consentimiento informado), beneficencia (reforzando los beneficios y disminuyendo el infortunio), no maleficencia (rehusando los procedimientos que pudieran desfavorecer a la salud personal) y aplicando el principio de justicia (proporcionando el mejor cuidado de la salud). (Ver anexo 2: Consentimiento Informado).

2.5 Cronograma de actividades

MESES DEL AÑO 2019	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPT	OCT	NOV
ACTIVIDADES									
Asignación de tutor de tesis.									
Solicitud y aprobación de tema de tesis.									
Solicitud y aprobación de tamizaje visual en la escuela Galo Plaza Lasso.									
Entrega de Actas de Consentimiento Informado para ser firmadas por tutores.									
Realización de tamizaje visual o toma de muestra.									
Recopilación de información (libros, pdf's, páginas web, tesis similares).									
Elaboración de la Introducción, Situación problemática, formulación del problema científico.									
Delimitación del problema, justificación del problema, justificación del problema, formulación de hipótesis.									
Formulación de los objetivos de la investigación.									
Elaboración del capítulo 1 Marco Teórico.									
Elaboración del capítulo 2 Marco Metodológico.									
Elaboración del capítulo 3 Resultados									
Elaboración de Conclusiones y Recomendaciones.									
Elaboración de Agradecimientos, Dedicatoria.									
Elaboración de Resumen									

Elaborado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa

CAPÍTULO III

RESULTADOS.

Los defectos refractivos o también conocidos como defectos ópticos, son aquellos que producen una mala visión causada por el desenfoque de los objetos en la retina; dentro de estos defectos se encuentra la hipermetropía, miopía, astigmatismo, los cuales deben corregirse a una edad temprana debido al periodo de plasticidad que tienen los niños. Dichos defectos pueden causar alteraciones en la visión que pueden desencadenar ambliopía, estrabismo o disfunciones acomodativas.

La tabla 1 muestra la agudeza visual antes y después de la corrección óptica en los niños atendidos.

Tabla 1. Agudeza Visual antes y después.

AGUDEZA VISUAL	ANTES		DESPUÉS	
	N°	%	N°	%
NORMAL	240	97%	247	100%
LIMITACIÓN VISUAL	8	3%	1	0%
LIMITACIÓN VISUAL SEVERA	0	0%	0	0%
CEGUERA	0	0%	0	0%
TOTAL	248	100%	248	100%

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.

En la tabla se aprecia la agudeza visual antes de la corrección óptica con existencia de 240 estudiantes con agudeza visual normal (97%), 8 estudiantes con limitación visual (3%). En la agudeza visual después de la corrección óptica existen 247 estudiantes con agudeza visual normal (100%) y 1 estudiante con limitación visual (0%). La categoría de clasificación de agudeza visual está basada según el informe mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la visión, la cual indica el rango normal que va desde 20/20 hasta 20/60, limitación visual de 20/70 a 20/200, limitación visual severa de 20/300 a 20/400 y ceguera menor a 20/400.

Según la investigación titulada "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”, realizada en Quito, Ecuador; se examinaron un total de 80 estudiantes correspondientemente un 62,50% en niños y 37,50% de niñas que presentaron una sintomatología de mayor prevalencia como el dolor de cabeza con el 28%, el ardor con 23,75% y visión borrosa en un 20%; la agudeza visual fue agrupada en tres categorías 20/20 alcanzando el 57,50%, entre 20/25 y 20/40 llegando al 28,75% y finalmente el 13,75% alcanzó entre el 20/50 y 20/70 (Mera Carrera, 2016).

En el estudio reconocido como “Evaluación visual de niños en edades comprendidas de 9 a 12 años de la Unidad Educativa General Numacuro”, ejecutado en la ciudad de Quito, Ecuador; se realizaron exámenes visuales a 101 niños, de los datos recopilados se puede informar que el 38% presentan problemas refractivos, el 15% problemas binoculares en visión lejana y el 53% en visión cercana. La agudeza visual se congregó en emétopes con un número de 63 estudiantes y amétopes con una cifra de 38 estudiantes. Los resultados del presente estudio coinciden con la bibliografía consultada (Vera Saltos, 2017).

La tabla 2 recoge datos de la incidencia de defectos refractivos en la muestra de estudio.

Tabla 2. Incidencia de defectos refractivos.

INCIDENCIA DE DEFECTOS REFRACTIVOS	N°	%
CON AMETROPÍAS	210	85%
SIN AMETROPIAS	38	15%
TOTAL	248	100%

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Guallpa.

En la tabla se recoge la información acerca de la incidencia de defectos refractivos en la muestra de estudio, teniendo como resultado más alto un número de 210 estudiantes con ametropías (85%), y un nivel bajo 38 estudiantes sin ametropías (15%).

De acuerdo al estudio titulado como “Incidencia de problemas visuales refractivos en alumnos de 9 a 12 años en la Escuela San Francisco de Asís la Arcadia Proyecto de Investigación”, realizado en Quito – Ecuador; tuvieron como resultado de la

evaluación nos dio como resultado el estado refractivo, dándonos un resultado de 90 niños evaluados un valor de 59 pacientes emétopes y 31 pacientes con alguna ametropía (Jumbo Jimbo, 2016).

Según el estudio conocido como “Prevalencia de Defectos de Refracción en Escolares de Primero a Sexto Grado en el Municipio de Cane La Paz Honduras en el año 2015”, realizado en La Paz – Honduras, se puede observar que del total de escolares estudiados, existe una prevalencia de defectos de refracción del 9.24%, mientras que el 90.76% no tienen defectos de refracción para un total de 100%. Los resultados del estudio actual coinciden con las referencias bibliográficas citadas (Avilés Pavón, Erazo Recinos, Galo Canaca, & Humberto Melendez, 2017).

En la tabla 3 se aprecia las ametropías diagnosticadas en los pacientes atendidos.

Tabla 3. Clasificación de defectos refractivos.

DEFECTOS REFRACTIVOS	N°	%
MIOPÍA	14	6%
HIPERMETROPÍA	56	23%
ASTIGMATISMO	140	56%
TOTAL	210	85%

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.

En la tabla se demuestra que el grupo que posee astigmatismo como defecto refractivo es el más alto 140 estudiantes (56%), obteniendo el segundo lugar se encuentra el conjunto de hipermetropía con 56 estudiantes (23%), y siendo la cantidad más baja de 14 estudiantes con defecto refractivo miopía (6%).

El estudio titulado “Características clínicas y epidemiológicas de las ametropías en escolares de la Escuela Primaria Lidia Doce Sánchez” realizado en La Habana, Cuba. En cuanto a la distribución de los trastornos refractivos por edad, se observó un incremento de estos a partir de los 8 años. Por el contrario, a los 5 años no hubo afectaciones. Se observó que el astigmatismo en general representó el defecto refractivo más frecuente con un 55,5 % (n= 40) de ojos afectados, seguido por la hipermetropía con un 27,9 % (n= 20) y la miopía con el 16,6 % (n= 12) (Mera Carrera, 2016).

La investigación conocida como “Diagnóstico de la incidencia de defectos refractivos en los habitantes pediátricos que asisten a la fundación “su cambio por el cambio” de la parroquia san simón perteneciente a la ciudad de Guaranda provincia de bolívar – ecuador periodo 2016-2017. Elaboración de material informativo referente a la salud visual pediátrica dirigido a la fundación y al subcentro de salud de esta parroquia”, ejecutado en Quito, Ecuador. Se evidencia el estado refractivo de los pacientes evaluados arrojando los siguientes resultados. En el género femenino se evidencian 6 pacientes con hipermetropía, mientras que en el género masculino 4 pacientes. En el género femenino se evidencian 9 pacientes con astigmatismo; mientras que en el género masculino 11 pacientes. En el defecto refractivo miopía se evidencia un caso de género femenino y uno de género masculino. Finalmente se evidencia un paciente emétrope de género masculino. Los resultados coinciden con los hallazgos citados en la bibliografía referida (Reyes Argüello, 2017).

En la tabla 4 se muestra datos de la muestra según la variable edad.

Tabla 4. Distribución de la muestra según la edad.

EDAD	N°	%
5 AÑOS	15	6%
6 AÑOS	73	29%
7 AÑOS	113	46%
8 AÑOS	47	19%
TOTAL	248	100%

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.

En la tabla se recoge datos según la edad de los pacientes, siendo la variable de mayor incidencia 113 estudiantes de 7 años (46%), seguido de 73 estudiantes de 6 años (29%), 47 estudiantes de 8 años (19%) y finalizando con 15 estudiantes de 5 años (6%) el grupo de menor incidencia de esta muestra.

La investigación con título “Detección del porcentaje de la ametropía en niños entre 13 y 15 años empleando el protocolo RARESC frente al protocolo RESC”, realizada en Colombia en la ciudad de Bogotá; de los 322 niños valorados, la edad más frecuente fue de 13 años con 134 participantes (Lozano Gómez, 2017).

En el estudio titulado “Prevalencia de Defectos de Refracción en Escolares de Primero a Sexto Grado en el Municipio de Cane La Paz Honduras en el año 2015” del total de 303 estudiantes evaluados en la escuela Manuel Francisco Vélez, 148 fueron del sexo femenino correspondientes a un 48.84% y 155 pertenecientes al sexo masculino equivalente a un 51.16% para un total de 100%. Los resultados de la presente investigación coinciden con los citados por los autores referidos (Avilés Pavón, Erazo Recinos, Galo Canaca, & Humberto Melendez, 2017).

En la tabla 5 se recoge la muestra en función de la variable sexo.

Tabla 5. Muestra según el sexo.

SEXO	N°	%
MASCULINO	131	53%
FEMENINO	117	47%
TOTAL	248	100%

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Guallpa.

En esta tabla se recopila datos de los pacientes estudiados según la variable sexo, siendo 131 estudiantes del sexo masculino (53%) los que predominan en la investigación y 117 estudiantes del sexo femenino (47%).

La pesquisa nombrada “Ametropías en escolares de nivel primaria en un colegio de breña 2016”, elaborada en Lima, Perú; para el estudio se obtuvo una población de 113 participantes, se observa que el sexo femenino está compuesto por 74 niñas (65.5%) y de sexo masculino con 39 niños (28.3%); con respecto a la edad destaca el grupo etario de seis años (28.3%). El año de estudios donde hubo una mayor población fue en segundo grado de primaria con 29 alumnos (25.7%), seguido de tercer grado de primaria con 18 alumnos (15.3%) (Lama La Rosa, 2019).

La exploración conocida como “Alteraciones oculomotoras en los estudiantes de las escuelas deportivas pertenecientes al GAD Municipal del cantón Portoviejo en el período 2015 - 2017” efectuada en Portoviejo, Ecuador; la población estuvo conformada por 372 estudiantes, prevaleciendo el sexo masculino con 70% sobre el

femenino 30%. Los hallazgos de la presente investigación coinciden con los resultados referidos en la bibliografía citada (Vinces Chancay, 2018).

En la tabla 6 se expresa compilación de cifras de la variable grado escolar.

Tabla 6. Variable grado escolar.

GRADO ESCOLAR	N°	%
PRIMER AÑO DE BÁSICA	41	17%
SEGUNDO AÑO DE BÁSICA	109	44%
TERCER AÑO DE BÁSICA	98	40%
TOTAL	248	100%

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.

Esta tabla recoge información acerca del grado escolar de los niños estudiados, perteneciendo 109 estudiantes al segundo año de básica (44%), siguiendo con 98 estudiantes del tercer año de básica (40%), y finalmente con 41 estudiantes de primer año de básica (17%).

En el estudio denominado “Comportamiento de los defectos refractivos en estudiantes de la escuela primaria Ignacio Agramonte y Loynaz. Cienfuegos 2015” confeccionado en Cienfuegos, Cuba. Predominó el grupo etario de 5 a 6 años (28, 2 %), correspondiente a los alumnos de primer grado, seguido del de 9 a 10 años correspondiente a los alumnos de 4to grado. El mayor número de la muestra estuvo representado por el sexo masculino con 138 niños, 20 más que en el sexo femenino (Molina Curbelo, Ruiz Aday, Valdés Vales, Rodríguez Molina, & Cabrera Rodríguez, 2017).

El trabajo de estudio denominado “Factores socioeducativos asociados a la agudeza visual baja en escolares de Perú” realizado en Piura, Perú. De los 599 alumnos, la edad promedio fue de 8,99 años (desviación estándar de 1,86) y el 53,6% fueron hombres. El grado con mayor número de alumnos fue el quinto (20,3%). Los resultados actuales coinciden con los referidos por los autores citados (Araujo Chumacero, Solano Zapata, Vilela Estrada, Chumacero Aguilar, & Mejia, 2015).

En la tabla 7 muestra la relación del rendimiento escolar en estudiantes con defectos refractivos.

Tabla 7. Relación entre rendimiento escolar y defectos refractivos diagnosticados.

RENDIMIENTO ESCOLAR	DEFECTOS REFRACTIVOS					
	MIOPIA		HIPERMETROPIA		ASTIGMATISMO	
	N°	%	N°	%	N°	%
DOMINA LOS APRENDIZAJES REQUERIDOS	7	50%	43	77%	53	38%
ALCANZA LOS APRENDIZAJES REQUERIDOS	5	36%	11	20%	57	41%
PRÓXIMO A ALCANZAR LOS APRENDIZAJES REQUERIDOS	0	0%	2	4%	26	19%
NO ALCANZA LOS APRENDIZAJES REQUERIDOS	2	14%	0	0%	4	3%
TOTAL	14	100%	56	100%	140	100%

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.

En la tabla se aprecia el rendimiento escolar de los estudiantes; dentro de la escala domina los aprendizajes requeridos existen 4 niños con miopía (29%), 35 niños con hipermetropía (63%), 64 niños con astigmatismo (46%); en el siguiente rango de calificación alcanza los aprendizajes requeridos se encontró 4 niños con miopía (29%), 11 niños con hipermetropía (20%), 58 niños con astigmatismo (41%); seguido de próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos se encuentran 4 niños con miopía (29%), 10 niños con hipermetropía (18%), 14 niños con astigmatismo (10%); finalizando con el rango no alcanza los aprendizajes requeridos se encontró 2 niños con miopía (14%), 4 niños con astigmatismo (3%).

En el presente estudio denominado “Relación entre el error refractivo y el rendimiento escolar” realizado en Catalunya – España; muestra el rendimiento, según el criterio de los dos niveles; de cada uno de los participantes que necesita corrección óptica en el momento del cribado visual. Se puede observar que de los 14 niños que precisan

corrección visual, 9 son considerados con un buen rendimiento, un 64.28%; y 5 con un mal rendimiento, un 35.72% (Guillén Cabané, 2016).

De acuerdo al estudio titulado “Relación entre rendimiento académico con ametropías y ambliopía en niños de la escuela Rosa Josefina de la ciudad de Loja en 2014” realizado en Loja – Ecuador; la mayoría de niños con ametropías (67%) presenta un rendimiento académico que se corresponde a alcanzar los aprendizajes requeridos por el sistema educacional vigente. Al comparar el rendimiento de los niños amétropes con el de los niños emétropes, se establece que se evidencia un mejor rendimiento académico en los niños que no tienen trastornos de refracción. Los resultados del presente estudio coinciden con la bibliografía consultada (Rivera Vargas, 2014).

La investigación demostró que existe relación entre los estados refractivos de los estudiantes y sus niveles de aprendizaje, debido que una inadecuada visión evita prestar atención en su totalidad a las diferentes tareas curriculares, imposibilitando esto la concentración del educando y el correcto aprendizaje y adquisición de los conocimientos impartidos.

CONCLUSIONES

- ✓ Antes de la corrección 240 presentaron agudeza visual normal y 8 estudiantes limitación visual. Posterior a la corrección esta condición mejoró a 247 estudiantes con agudeza visual normal y solo 1 estudiante se mantuvo con limitación visual.
- ✓ Se diagnosticaron 210 estudiantes (85%) con defectos refractivos.
- ✓ El defecto refractivo de mayor incidencia fue el astigmatismo (56%).
- ✓ Predominó en el estudio el sexo masculino con edades de 7 años.
- ✓ Los estudiantes de segundo año de educación básica, fueron los de mayor incidencia de defectos refractivos (44%).
- ✓ De los estudiantes con defectos refractivos 107 presentaron dificultades con el rendimiento escolar.

RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar campañas optométricas por parte del Ministerio de Salud Pública en unidades educativas de recursos económicos precarios con el fin de determinar la incidencia primitiva de defectos refractivos en los niños; favorecer un tratamiento oportuno para la corrección de las ametropías y evitar posibles complicaciones oculares.
- ✓ Por parte de los padres de familia y de los profesores deben cumplir con las normas de aseo visual que se ha indicado previamente para cuidar la higiene visual de ellos y de los niños; en caso de que exista una mayor complicación se debe buscar un especialista de manera inmediata.
- ✓ Efectuar un seguimiento al proyecto de realización de campañas visuales en la universidad Metropolitana por parte de estudiantes, en especial de aquellos estudiantes que aún no se han realizado el examen visual que son los de 4to grado de básica en adelante en horario de doble jornada.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso Molina, B. (26 de 05 de 2017). *Técnicas objetivas de medida de la película lagrimal*. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de Repositorio Documental de la Universidad de Valladolid: <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/25675/TFG-G%202392.pdf?sequence=1>
- Andrade Díaz, M. (2018). *Estudio comparativo del estado de la Película Lagrimal y alteraciones conjuntivales que se pueden producir en agentes de tránsito realizando trabajos de control vehicular expuestos a la intemperie por factores ambientales, en la ciudad de Quito y Santo Do*. Recuperado el 12 de 04 de 2019, de Repositorio digital del Instituto Tecnológico Superior Cordillera: <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/3949/1/2-OPT-17-18-1718450073.pdf>
- Araujo Chumacero, M., Solano Zapata, F., Vilela Estrada, M. V., Chumacero Aguilar, M., & Mejia, C. (23 de 11 de 2015). *Factores socioeducativos asociados a la agudeza visual baja en escolares de Perú*. Recuperado el 25 de 11 de 2019, de Revista Pediátrica Atención Primaria. 2015. Vol 17. Págs 261- 266.: <https://www.redalyc.org/pdf/3666/366643506005.pdf>
- Arévalo Colina, F., Arzabe Argandoña, C., Lavaque, A. J., & Wu Tseng, L. (2019). *Retina PAAO 2019*. Recuperado el 26 de 04 de 2019, de <https://pao.org/wp-content/uploads/2016/05/LIBRO-RETINA-PAAO-2019-interactivo.pdf>
- Arteaga Rivas, K., & Sandoval De Rivera, T. (09 de 02 de 2018). *Detección de errores refractivos en estudiantes de 6-12 años de edad, del centro escolar Colonia Bernal Canton San Antonio Abad de San Salvador de Julio - Diciembre del 2017*. Recuperado el 23 de 03 de 2019, de Repositorio Institucional de la Universidad de El Salvador: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/16818/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACION%202018.pdf>
- Avilés Pavón, S., Erazo Recinos, A., Galo Canaca, S., & Humberto Melendez, J. (03 de 08 de 2017). *Prevalencia de Defectos de Refracción en escolares de primero a sexto grado*. Recuperado el 03 de 04 de 2019, de Archivos de Medicina Vol.13. N° 3. Págs, 1-5: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6130297>
- Belmonte Martínez, J. (2006). *Historia del Astigmatismo*. Recuperado el 01 de 04 de 2019, de <https://secoir.org/images/site/monografias/2006/2006-Cap%201%20Historia%20del%20astigmatismo.pdf>
- Bermúdez Mendoza, L. (12 de 05 de 2016). *Evaluación visual de niños en edades comprendidas desde los 7 a 12 años de la escuela República de Colombia*. Recuperado el 05 de 04 de 2019, de Repositorio digital del Instituto Tecnológico Superior Cordillera: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5479/1/124600.pdf>
- Cabrera Cardenas, J., & Cabrera Sanchez, D. (2017). *Frecuencia y características sociodemográficas de ametropías en niños de 7 a 12 años de edad, Oftalmolaser, Cuenca, 2016*. Recuperado el 07 de 05 de 2019, de Repositorio Institucional Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28691/1/PROYECTO-DE-INVESTIGACION.pdf>
- Cinta Puell, M. (21 de 11 de 2018). *Procesamiento de la señal visual en la retina*. Recuperado el 25 de 04 de 2019, de Universidad Complutense Madrid: <https://eprints.ucm.es/50158/1/Tema%20%20Procesamiento%20visual%20retina.pdf>

- Comisión de Igualdad de Oportunidades de Empleo de EEUU. (2018). *Discriminación por discapacidad*. Recuperado el 23 de 03 de 2019, de <https://www.eeoc.gov/spanish/facts/blindness.html>
- Dinarte López, M., Sánchez Torrez, J., & Gómez Tijerino, M. (29 de 01 de 2016). *Relación de las habilidades visuales de función y eficacia visual con el rendimiento escolar en niños de 3 colegios diferentes ubicados en los departamentos de Rivas, Masaya y León en el periodo de Septiembre a Noviembre del 2015*. Recuperado el 24 de 03 de 2019, de Repositorio Institucional UNAN-Managua: <https://repositorio.unan.edu.ni/1519/1/40180.pdf>
- Ecuador, Ministerio de Salud Pública . (09 de 08 de 2007). *Guía para la atención primaria: oftalmológica infantil*. Recuperado el 26 de 03 de 2019, de <https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/guiaoftalmol%C3%B3gicainfantil.pdf>
- Escobar Pereira, M., & Saldivar Valencia, M. (2018). *Evaluación de los cambios de valores de presión intraocular posterior a la realización del ejercicio anaeróbico en la carrera de 100 metros planos, aplicado a los alumnos Grumetes Infantes de Marina y Grumetes Navales de la Academia Politécnica Naval*. Recuperado el 29 de 04 de 2019, de Pontificia Universidad Católica de Valparaíso: http://opac.pucv.cl/pucv_txt/Txt-5500/UCC5973_01.pdf
- Ferrer Aibar, S. (17 de 05 de 2018). *Musculatura extraocular*. Recuperado el 20 de 05 de 2019, de <https://www.saera.eu/estrabismo-vertical/>
- Florián Díaz, M. (15 de 02 de 2015). *Panorama histórico de la anatomía*. Recuperado el 10 de 10 de 2020, de Repositorio digital de la Universidad Fasta: <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/1589>
- Fundación Alain Afflelou. (2019). *Prevalencia de los errores refractivos en niños de 5 a 7 años*. Recuperado el 22 de 03 de 2019, de <https://www.afflelou.es/fundacion/wp-content/uploads/2019/08/prevalencia-errores-refractivos-ninos.pdf>
- Guillén Cabané, J. (12 de 01 de 2016). *Relación entre el error refractivo y el rendimiento escolar*. Recuperado el 30 de 11 de 2019, de Universidad Politécnica de Catalunya UPC: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/119365/judit.guillen.cabane%20-%20Relacion%20entre%20el%20error%20refractivo%20y%20el%20nivel%20escolar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Imbago Pilaquina, W. (01 de 2019). *Estudio de las alteraciones oculares en trabajadores de la industria maderera en la ciudad de Quito, periodo 2018. Programa de prevención y cuidado visual para trabajadores de la industria maderera*. Recuperado el 22 de 04 de 2019, de Repositorio digital del Instituto Tecnológico Superior Cordillera: <https://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/4545/1/28-OPT-18-18-1724234180.pdf>
- Jumbo Jimbo, J. (15 de 05 de 2016). *Incidencia de problemas visuales refractivos en alumnos de 9 a 12 años en la Escuela San Francisco de Asís la Arcadia*. Recuperado el 30 de 11 de 2019, de Universidad San Francisco de Quito repositorio digital: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5876/1/124746.pdf>
- Lama La Rosa, J. (2019). *Ametropías en Escolares de Nivel Primaria en un Colegio de Breña 2016*. Recuperado el 04 de 04 de 2019, de Repositorio académico Universidad San Martín de Porres:

http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/usmp/4682/lama_ljp.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Loma Lozano, P. (2016). *Papel biológico del diadenosin tetrafosfato en el ojo: efecto sobre la composición lacrimal e implicación en la función de barrera corneal*. Recuperado el 27 de 04 de 2019, de Universidad Complutense Madrid: <https://eprints.ucm.es/38682/1/T37721.pdf>
- Lozano Gómez, D. (11 de 2017). *Detección del porcentaje de la emetropía en niños entre 13 y 15 años empleando el protocolo RARESC frente al protocolo RESC*. Recuperado el 25 de 11 de 2019, de Universidad de La Salle Ciencia Unisalle: <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1254&context=optometria>
- Marés Bermúdez, J., & Easo Arbolave, D. (2018). *Detección precoz de los trastornos de refracción*. Recuperado el 05 de 04 de 2019, de *Pediatría integral* 2018. Vol XXII. N° 1. Págs 24 - 31: https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2018/xxii01/03/n1-024-031_JosepMares.pdf
- Márquez Galvis, M., & Cáceres Díaz, M. (2017). *Caracterización de la salud visual y ocular en niños de un centro de desarrollo infantil en un barrio marginal de Pereira, Colombia*. Recuperado el 25 de 03 de 2019, de *Revista Usta Salud* Vol. 16. N° 1. Págs, 17 - 27: http://revistas.ustabuca.edu.co/index.php/USTASALUD_ODONTOLOGIA/article/view/2016
- Mejía Guzmán, L. (2017). *Prevalencia de los Defectos Refractivos, Alteraciones Oculomotoras y Grafomotoras en los Niños de los Grados Primero y Segundo de la Primaria del Colegio Robert F. Kennedy, y su Incidencia en la Lectura y la Escritura*. Recuperado el 26 de 03 de 2019, de Fundación Universitaria del Área Andina: <https://digitk.areandina.edu.co/bitstream/handle/areandina/666/Prevalencia%20de%20los%20defectos%20refractivos.pdf>
- Mejía Solano, A. (04 de 02 de 2016). *Estudio de defectos visuales: Niños de 11 a 13 años de edad de la Escuela Fiscal Ciudad de Guayaquil en el sector del Ascázubi*. Recuperado el 05 de 05 de 2019, de Repositorio Digital Universidad San Francisco de Quito: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5281/1/123174.pdf>
- Mera Carrera, V. (16 de 05 de 2016). *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 el 25 de 11 de 2019, de Universidad San Francisco de Quito repositorio digital: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5878/1/124631.pdf>
- Ministerio de educación del Ecuador. (12 de 07 de 2016). *Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil*. Recuperado el 01 de 11 de 2019, de Ministerio de educación del Ecuador: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/Instructivo-para-la-aplicacion-de-la-evaluacion-estudiantil.pdf>
- Molina Curbelo, D., Ruiz Aday, A., Valdés Vales, V., Rodríguez Molina, F. J., & Cabrera Rodríguez, H. (2017). *Comportamiento de los defectos refractivos en estudiantes de la escuela primaria Ignacio Agramonte y Loynaz. Cienfuegos 2015*. Recuperado el 20 de 03 de 2019, de *Revista de Ciencias Médicas de Cienfuegos* Vol. 15. N° 2. Págs, 202 - 209: <http://scielo.sld.cu/pdf/ms/v15n2/ms09215.pdfVol>.
- Montefusco Pereira, C., & Alves Pinto, L. (2016). *El humor vítreo como fluido biológico de importancia clínica en ciencias forenses*. Recuperado el 01 de 05 de 2019, de *Acta Bioquímica Clínica*

Latinoamericana Vol. 50. N° 1. Págs 27-35:
<https://www.redalyc.org/pdf/535/53546180006.pdf>

Nazate Leal, D. B. (4 de febrero de 2008). *Origen y evolución de la optometría en el mundo, en Colombia y en la Universidad de La Salle*. Recuperado el 20 de 03 de 2019, de Universidad de La Salle:
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1237&context=optometria>

Onmeda. (04 de 05 de 2016). *La estructura del ojo en sección transversal*. Recuperado el 17 de 05 de 2019, de https://www.onmeda.es/anatomia/anatomia_ojo-las-estructuras-de-proteccion-del-ojo-1209-6.html

Organización Mundial de la Salud. (11 de 10 de 2018). *Ceguera y discapacidad visual*. Recuperado el 21 de 03 de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Organización Mundial de la Salud. (8 de 10 de 2019). *La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión*. Recuperado el 21 de 03 de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/detail/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>

Organización Mundial de la Salud. (08 de 10 de 2019). *La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión*. Recuperado el 10 de 10 de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/detail/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>

Organización Mundial de la Salud. (2019). *Salud ocular universal*. Recuperado el 02 de 04 de 2019, de https://www.who.int/blindness/AP2014_19_Spanish.pdf?ua=1

Organización Mundial de la Salud. (s.f.). *Clasificación Internacional de enfermedades*. Recuperado el 20 de 10 de 2019, de Clasificación Internacional de enfermedades: https://www.mscls.gob.es/estadEstudios/estadisticas/normalizacion/CIE10/UT_MANUAL_D IAG_2016_prov1.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (11 de 07 de 2014). *Plan de Acción para la Prevención de la Ceguera y de las Deficiencias Visuales*. Recuperado el 21 de 03 de 2019, de <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2014/CD53-11-s.pdf>

Páez Méndez, J. (2017). *Estudio comparativo de la incidencia de ametropías entre raza Afrodescendiente e Indígena de las comunidades del Valle del Chota y Eugenio Espejo en el periodo Académico 2017 – 2018. Elaboración de un boletín informativo de las ametropías*. Recuperado el 05 de 05 de 2019, de Repositorio digital del Instituto Tecnológico Superior Cordillera: <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/3964/1/17-OPT-17-18-1004026660.pdf>

Perea García, J. (17 de 06 de 2016). *Panorama Histórico*. Recuperado el 20 de 03 de 2019, de <http://doctorjoseperea.com/images/libros/pdf/panorama-historico.pdf>

Perea García, J. (05 de 04 de 2017). *Anatomía*. Recuperado el 15 de 06 de 2019, de <http://www.doctorjoseperea.com/images/libros/pdf/estrabismos/capitulo1.pdf>

Pfeiffer Vicéns, N. (2018). *Estudio comparativo entre la cirugía de la ptosis palpebral mediante sutura de aponeurosis al tarso vs sutura combinada al ligamento de Whitnall*. Recuperado el 08 de 04 de 2019, de Universidad Complutense Madrid: <https://eprints.ucm.es/56673/1/T41281.pdf>

- Pons Castro, L., Pérez Suárez, R., Cárdenas Díaz, T., Méndez Sánchez, T., & Naranjo Fernández, R. (2019). Características del astigmatismo en niños. *Revista Cubana de Oftalmológica* 2019 , 32(2), 1-2. Recuperado el 23 de 03 de 2019, de OPS: <http://scielo.sld.cu/pdf/oft/v32n2/1561-3070-oft-32-02-e723.pdf>
- Ramírez Sánchez, E., Arroyo Yllanes, M., & Magaña García, M. (2003). *Determinación del estado refractivo en niños sanos, en el Hospital General de México*. Recuperado el 03 de 04 de 2019, de Revista Médica Oftalmológica Vol. 77. N° 3. Págs, 120-123: <https://medigraphic.com/pdfs/revmexoft/rmo-2003/rmo033e.pdf>
- Registro civil del Ecuador. (04 de 02 de 2016). *Ley orgánica de gestión de la identidad y datos civiles*. Recuperado el 10 de 12 de 2019, de Registro civil del Ecuador, Registro Oficial Suplemento 684 de 04-feb.-2016: https://www.registrocivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/LEY_ORGANICA_RC_2016.pdf
- Rementería Clínica. (15 de 06 de 2017). *Longitud axial*. Recuperado el 10 de 06 de 2019, de clinicarementeria: <https://www.clinicarementeria.es/academy/principios-basicos-las-ametropias-emetropia-miopia.html>
- Reyes Argüello, G. (04 de 2017). *Diagnóstico de la Incidencia de Defectos Refractivos en los habitantes pediátricos que asisten a la Fundación "Su cambio por el cambio" de la Parroquia San Simón perteneciente a la ciudad de Guaranda provincia de Bolívar-Ecuador período 2016 - 2017*. Recuperado el 05 de 04 de 2019, de Repositorio digital del Instituto Tecnológico Superior Cordillera: <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/2413/1/6-OPT-16-17-1720884715.pdf>
- Ribes Escudero, R. (2020). *Capas de film lagrimal*. Recuperado el 03 de 06 de 2019, de drribesescudero: <https://drribesescudero.com/superficie-ocular/ojo-seco/>
- Rivera Vargas, P. (2014). *Relación entre rendimiento académico con la presencia de ametropías y ambliopía detectadas mediante agudeza visual en niños de 7 a 11 años de la escuela Rosa Josefina Burneo de Burneo de la ciudad de Loja en el periodo Febrero - Julio 2014*. Recuperado el 01 de 12 de 2019, de Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/12382/1/TESIS%20FINAL.pdf>
- Romero Leclercq, J. (2018). *Evolución del ojo*. Recuperado el 25 de 04 de 2019, de Universidad Nacional de Colombia: <http://bdigital.unal.edu.co/64161/1/80876259.2018.pdf>
- Romo Yáñez, D. (2020). *Estudio comparativo del defecto refractivo del astigmatismo según la clasificación por sus ejes y su afectación en la agudeza visual con la mejor corrección recetada en niños de 6 a 10 años de edad de la Fundación Vista Integral en el periodo 2019*. Recuperado el 15 de 05 de 2020, de Repositorio digital del Instituto Tecnológico Superior Cordillera: <https://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/5034/1/22-OPT-19-19-1724809833.pdf>
- Santillán Micolta, M. (24 de 08 de 2016). *Evaluación Visual en la Unidad Educativa Borja Montserrat en niños de 9 a 12 Años*. Recuperado el 27 de 03 de 2019, de Universidad San Francisco de Quito: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5739/1/126707.pdf>
- Soria Peñas, L. (03 de 07 de 2017). *Protocolo para la Evaluación de la Función Vergencial en un Examen Optométrico*. Recuperado el 08 de 04 de 2019, de Depósito de Investigación Universidad de Sevilla:

<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/64674/14TFG%20LORENA%20SORIA%20PE%D1AS.pdf;jsessionid=14512CDF35421137A42C2081EAC88DE3?sequence=1&isAllowed=y>

- Valera Gordillo, R. (2016). *Estado de salud visual de pacientes con Retinopatía de la Prematuridad tipo 1 en edad preescolar, diagnosticados en el Servicio Autónomo del Hospital Central de Maracay. Estado Aragua. 2015*. Recuperado el 04 de 04 de 2019, de Repositorio Institucional de la Universidad de Carabobo: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/3270/rvalera.pdf?sequence=1>
- Vera Saltos, B. (22 de 05 de 2017). *Evaluación visual de niños en edades comprendidas de 9 a 12 años de la Unidad Educativa "General Numacuro"*. Recuperado el 25 de 11 de 2019, de Universidad San Francisco de Quito repositorio digital: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6485/1/131158.pdf>
- Vinces Chancay, J. (2018). *Alteraciones oculomotoras en los estudiantes de las escuelas deportivas pertenecientes al GAD Municipal del Cantón Portoviejo en el periodo 2015 - 2017*. Recuperado el 25 de 11 de 2019, de Universidad Técnica de Manabí UTM: https://www.researchgate.net/profile/Jairo_Vinces/publication/331233543_ESTADISTICA_DE_LAS_ALTERACIONES_OCULOMOTORAS_EN_LA_CIUADAD_DE_PORTOVIEJO_-_MANABI/links/5c6d905792851c1c9df1217a/ESTADISTICA-DE-LAS-ALTERACIONES-OCULOMOTORAS-EN-LA-CIUADAD-DE-PORTOVIEJO
- Vissum. (s.f.). *Hipermetropía*. Recuperado el 15 de 06 de 2019, de Vissum grupo Miranza: <https://www.vissum.com/enfermedades-de-los-ojos/hipermetropia-2/>
- Zarchi Maisincho, D., & Vizcaíno Boada, R. (06 de 2019). *Cambios de agudeza visual y varicaciones de la presión intraocular en pacientes pre y post quirúrgicos de catarata mayores de 50 años de edad en la Clínica Oftálmica en la ciudad de Quito, periodo 2018-2019*. Recuperado el 30 de 04 de 2019, de Repositorio digital del Instituto Tecnológico Superior Cordillera: <https://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/4806/1/9-OPT-18-19-1725311953-1725759870.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Historia clínica



APELLIDOS Y NOMBRES:		FECHA:	
OCUPACIÓN:		C.I.:	
INSTITUCIÓN:		EDAD:	
DIRECCIÓN:			
TELÉFONO:		CELULAR	
ÚLTIMO CONTROL		SEXO:	

MOTIVO DE CONSULTA: _____

APP: _____

APO: _____

APF: _____

USO DE EQUIPOS DIGITALES (TV/CELULAR/PC): _____

LENSOMETRÍA		AGUDEZA VISUAL					
OD:		VISION DE LEJOS			VISION DE CERCA		
OI:		S/C	C/C	PH	S/C	C/C	
MATERIAL/FILTRO		OD:				OD:	
TIEMPO DE USO:		OI:				OI:	
		AO:				AO:	
OBSERVACIONES:							

RETINOSCOPIA				
	ESFERA	CILINDRO	EJE	CCJ
OD				
OI				

RX FINAL				
	ESFERA	CILINDRO	EJE	AV
OD				
OI				
ADD		ALT:	DNPD:	DNPI:

DX: _____

RECOMENDACIONES: _____

MATERIAL: _____

FILTRO: _____

ARMAZÓN: _____

Anexo 2. Consentimiento informado

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____, me encuentro en la entera disposición de autorizar a mi hijo _____ a participar en el desarrollo de la presente investigación, cuyo único fin es realizar un tamizaje para conocer la incidencia de defectos refractivos en los niños de primero, segundo y tercer año de educación básica, pertenecientes a la Escuela Galo Plaza Lasso.

Se me ha explicado por parte del equipo de investigación que no se realizará ningún tipo de agresión en los exámenes que se realicen a los niños; siendo totalmente gratuitos e inocuos para la salud.

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

Para que así conste registro mi nombre, dos apellidos y firma.

Nombre y Apellidos

Representante

Firma

Firma del examinador

Anexo 3. Fotos de tamizaje visual



Fuente: Propia.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.



Fuente: Propia.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.



Fuente: Propia.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.



Fuente: Propia.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.



Fuente: Propia.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.



Fuente: Propia.

Realizado por: Héctor Patricio Naula Durán & Johanna Augusta Naula Gualpa.