

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DEL ECUADOR



FACULTAD DE SALUD Y CULTURA FISCA

**SISTEMATIZACION DE EXPERIENCIAS CLINICAS PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TITULO DE OPTÓMETRA**

**TEMA: EVALUACION DEL ESTADO ACOMODATIVO DE LOS ESTUDIANTES
DEL COLEGIO BETHEL DEL VALLE. ECUADOR 2019**

AUTOR: JEISON DANILO PINTO VERA

MARIA ALEJANDRA QUISAGUANO BUESAQUILLO

ASESOR: DRA. BEATRIZ RODRIGUEZ PAZ

QUITO 2020

CERTIFICADO DEL ASESOR

Dra. Beatriz Rodríguez Paz, en calidad de Asesora del trabajo de Investigación designado por disposición del canciller de la UMET, certifico que **PINTO VERA JEISON DANILO**, con cédula de identidad No 172464141-8, y **QUISAGUANO BUESAQUILLO MARIA ALEJANDRA** con cédula de identidad No 175385065-8 ha culminado el trabajo de investigación, con el tema: **“EVALUACION DEL ESTADO ACOMODATIVO DE LOS ESTUDIANTES DEL COLEGIO BETHEL DEL VALLE. ECUADOR 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 las interesadas hacer uso del presente, así como también se autoriza la presentación para la evaluación por parte del jurado respectivo.

Atentamente:

Dra. Beatriz Rodríguez Paz

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Jeison Danilo Pinto Vera**, estudiante de la Universidad Metropolitana del Ecuador “UMET”, Optometría, declaro en forma libre y voluntaria que la presente Sistematización de Experiencias que versa sobre: **EVALUACION DEL ESTADO ACOMODATIVO DE LOS ESTUDIANTES DEL COLEGIO BETHEL DEL VALLE. ECUADOR 2019** y las expresiones vertidas en la misma, son autoría del compareciente, las cuales se han realizado en base a recopilación bibliográfica, consultas de internet y consultas de campo.

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

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:

**JEISON
DANILO**

JEISON DANILO PINTO VERA

C.I. 172464141-8

AUTOR

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **María Alejandra Quisaguano Buesaquillo**, estudiante de la Universidad Metropolitana del Ecuador “UMET”, Optometría, declaro en forma libre y voluntaria que la presente Sistematización de Experiencias que versa sobre: **EVALUACION DEL ESTADO ACOMODATIVO DE LOS ESTUDIANTES DEL COLEGIO BETHEL DEL VALLE. ECUADOR 2019** y las expresiones vertidas en la misma, son autoría del compareciente, las cuales se han realizado en base a recopilación bibliográfica, consultas de internet y consultas de campo.

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

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**MARIA ALEJANDRA
QUISAGUANO
BUESAQUILLO**

MARIA ALEJANDRA QUISAGUANO BUESAQUILLO

C.I. 175385065-8

AUTOR

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **JEISON DANILO PINTO VERA**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación, Evaluación del estado acomodativo de los estudiantes del Colegio Bethel del Valle. Ecuador 2019, modalidad Sistematización de experiencias, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, cedo a favor de la Universidad Metropolitana del Ecuador una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Metropolitana del Ecuador para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.



Firmado electrónicamente por:

**JEISON
DANILO**

Jeison Danilo Pinto Vera

CI: 172464141-8

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **MARIA ALEJANDRA QUISAGUANO BUESAQUILLO**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación, Evaluación del estado acomodativo de los estudiantes del Colegio Bethel del Valle. Ecuador 2019, modalidad Sistematización de experiencias, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, cedo a favor de la Universidad Metropolitana del Ecuador una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Metropolitana del Ecuador para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de titulación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.



Firmado electrónicamente por:
**MARIA ALEJANDRA
QUISAGUANO
BUESAQUILLO**

María Alejandra Quisaguano Buesaquillo

CI: 175385065-8

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres Luis Camilo y Claudia, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanos, Paola y Camilo Esteban, por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo incondicional que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A mis amados sobrinos Gabriela y Juan Camilo motores de mi vida, quiero ser un ejemplo para los dos, el resto de sus vidas.

A mis tías favoritas Sofía y Rosita, por su amor y su constante apoyo durante todo este tiempo.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Quiero dedicar esta tesis a todas mis amigas, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

María Alejandra Quisaguano Buesaquillo

Esta sistematización está dedicada a:

Dios por ser la fuerza principal para culminar este trabajo, por ser la fortaleza, ánimo y valentía de cada día llenándome de bendiciones para la culminación de este objetivo.

A mis amados padres Enith y José por ser quienes me brindaron su apoyo desde el primer día en que empecé este sueño que ahora lo he conseguido, por ser los pilares fundamentales en mi vida, especialmente a mi madre que sin su trabajo y esfuerzo no lo hubiese logrado.

A mis abuelitos Alejandro y Carmen, a mis tías Enma y Francisca, por su valiosa ayuda que me brindaron cuando más lo necesite, porque los tengo aquí compartiendo esto conmigo.

A mi único y tan querido hermano Kevin por ser quien desde el primer día me extendió su brazo de ayuda para conseguir mi meta.

JEISON DANILO PINTO VERA

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mis padres, Luis Camilo y Claudia, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la Escuela de Optometría de la Universidad Metropolitana del Ecuador, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, al Dr. Osmani Correa Rojas y Dra. Beatriz Rodríguez Paz, tutores de nuestro proyecto de investigación quienes han guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a los estudiantes del Colegio Bethel del Valle por su valioso aporte para nuestra investigación.

María Alejandra Quisaguano Buesaquillo

Agradezco y dedico a la única persona que supo brindarme su ayuda en todas las maneras desinteresadamente, por ser ese apoyo incondicional en todo momento, por no dejar que me rinda y seguir adelante, por estar conmigo en los momentos más duros y felices también. A mi tan amada esposa y compañera Joselyn Villarreal.

JEISON DANILO PINTO VERA

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| CERTIFICADO DEL ASESOR..... | I |
| CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN..... | II |
| CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN..... | III |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR..... | IV |
| CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR..... | V |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTOS..... | viii |
| RESUMEN | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| Antecedentes y justificación..... | 3 |
| Situación problemática..... | 7 |
| Formulación del problema | 8 |
| Delimitación del problema..... | 8 |
| Justificación del problema | 9 |
| Formulación de la hipótesis..... | 9 |
| Objetivos de la investigación..... | 9 |
| CAPÍTULO I..... | 10 |
| DIAGNÓSTICO..... | 10 |
| Situación antes de la intervención | 10 |
| Factores locales que impiden la resolución del problema | 11 |
| Objetivos de la sistematización | 11 |
| Objetivo General | 11 |
| Objetivos Específicos..... | 11 |
| CAPITULO II..... | 12 |
| CONTEXTO TEORICO Y METODOLOGICO | 12 |
| Contexto teórico | 12 |
| Conceptos y definiciones teóricas | 17 |

| | |
|---|-----------|
| Actividades..... | 51 |
| Tiempo..... | 51 |
| Actores | 52 |
| Factores que favorecieron la intervención | 52 |
| Factores que dificultaron la intervención | 53 |
| Diseño metodológico de la sistematización | 53 |
| Contexto y clasificación de la investigación..... | 53 |
| Universo y muestra..... | 53 |
| Criterios de inclusión de la muestra..... | 53 |
| Criterios de exclusión de la muestra | 54 |
| Metódica | 54 |
| Para la recolección de la información | 58 |
| Para el procesamiento de la información..... | 58 |
| Técnica de discusión y síntesis de los resultados..... | 59 |
| Bioética..... | 59 |
| Cronograma de actividades | 61 |
| CAPITULO III..... | 63 |
| RESULTADOS | 63 |
| CONCLUSIONES | 70 |
| RECOMENDACIONES | 71 |
| Bibliografía | 72 |
| Anexo 1 | 76 |
| Consentimiento Informado | 76 |
| Anexo 2..... | 76 |
| HISTORIA CLÍNICA..... | 77 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Agudeza visual de los pacientes de estudio. | 63 |
| Tabla 2 Resultados del test de amplitud de acomodación en los estudiantes. | 64 |
| Tabla 3 Incidencia de alteraciones acomodativas en la muestra de estudio, determinado por el test de flexibilidad. | 65 |
| Tabla 4 Incidencia de alteraciones acomodativas. | 66 |
| Tabla 5 Distribución según la edad y sexo. | 67 |
| Tabla 6 Tipos de defectos refractivos. | 68 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Cavidad orbitaria. | 18 |
| Figura 2. Túnicas del globo ocular..... | 22 |
| Figura 3. Mecanismo de acomodación..... | 35 |
| Figura 4. Optotipo de Snellen..... | 46 |
| Figura 5. Reflejos pupilares..... | 51 |

RESUMEN

La acomodación consiste en un cambio en la forma del cristalino, para producir un incremento o disminución del poder dióptrico del ojo. Se realizó un estudio observacional de tipo longitudinal prospectivo, con el objetivo de determinar las alteraciones de tipo acomodativo presentes en los estudiantes del Colegio Bethel del Valle, en el periodo marzo-diciembre 2019. Se midieron variables tales como: edad, sexo, agudeza visual, amplitud y flexibilidad de acomodación, defectos refractivos y otras afecciones oculares. Las variables cualitativas se resumieron mediante frecuencias absolutas y relativas porcentuales. Se utilizó la prueba de X^2 al 95 % para comparar frecuencias o asociar variables. En la investigación realizada se pudo evidenciar que el 50% de los estudiantes tienen una limitación visual, la mayoría de los estudiantes evaluados presentan una amplitud de acomodación normal para su edad, según la fórmula de Hosffteter, la alteración acomodativa con mayor incidencia encontrada en el estudio fue la fatiga acomodativa con un 48.3%, el total de los estudiantes evaluados presenta alteración en su sistema acomodativo, según la distribución de edad en la muestra valorada, la que predominó fue la de 11 a 15 años con un 55%, con respecto al sexo, el masculino predominó con 33 pacientes (55%) en relación al femenino con 27 pacientes (45%), el defecto refractivo con mayor incidencia encontrado fue el astigmatismo con un 36.

Palabras claves: acomodación ocular, flexibilidad de acomodativa, anomalías de la acomodación.

ABSTRACT

Accommodation consists of a change in the shape of the lens, to produce an increase or decrease in the dioptric power of the eye. A prospective longitudinal observational study was carried out, with the objective of determining the accommodative type alterations present in the students of the Bethel del Valle School, in the period March-December 2019. Variables such as: age, sex, visual acuity were measured, breadth and flexibility of accommodation, refractive defects and other eye conditions. The qualitative variables were summarized using absolute and relative percentage frequencies. The 95% X² test was used to compare frequencies or associate variables. In the research carried out, it can be seen that 50% of the students have a visual limitation, the majority of the evaluated students present a range of normal accommodation for their age, according to the Hosffteter formula, the accommodative alteration with the highest incidence found in the study was accommodative fatigue with 48.3%, the total of the evaluated students presents alteration in their accommodative system, according to the age distribution in the valued sample, the one that predominated was that of 11 to 15 years with 55%, with respect to By sex, the male predominated with 33 patients (55%) in relation to the female with 27 patients (45%), the refractive defect with the highest incidence found was astigmatism with 36.

Key words: ocular accommodation, accommodative flexibility, accommodation anomalies.

INTRODUCCIÓN

Numerosas son las ocasiones en las que se ha mencionado al ser humano, sobre su compleja estructura y funcionamiento y de cómo este ha percibido el mundo desde que se evidencia su existencia. Gracias a sus diferentes órganos y sistemas ha podido adaptarse a los cambios que se han presentado a lo largo de su historia, uno de estos sofisticados medios es el sistema de la visión por el cual más del noventa por ciento de la información es recibida a través de este, por tal motivo es uno de los componentes más importantes con los que cuenta el ser humano para desarrollarse en cada una de sus actividades que realiza día a día.

Teniendo en cuenta que para realizar dichas acciones el sistema visual debe hallarse en estado de perfección tanto en el sentido anatómico como en el fisiológico, de no ser el caso se presentarían diferentes problemas funcionales o patológicos que imposibiliten la percepción de lo que le rodea y de esta manera limitando su labor diario. Dentro de las condiciones que pueden variar la percepción del ojo son enfermedades sistémicas como oculares, ingesta de medicamentos, traumatismos o golpes, así como defectos refractivos que mayoritariamente son estos los que producen molestias más aun cuando están acompañados de problemas acomodativos.

Los problemas acomodativos son condiciones visuales muy frecuentes que en la mayoría de la población están presentes, pero pasan desapercibidos, estos se basan en la habilidad que tiene el ojo para realizar un cambio de la mirada de lejos a cerca o viceversa sin producir algún tipo de visión borrosa momentánea, a esta destreza se la denomina acomodación.

La acomodación ha sido definida como la propiedad que tiene el ojo de añadirse a sí mismo una lente convergente. El poder de esta lente añadida aumenta con la proximidad al objeto enfocado, y disminuye a medida que dicho objeto se aleja, hasta el punto que la lente supletoria llega a ser igual a cero (Feijóo, 2019).

La acomodación se la puede conceptualizar como un proceso propio del ojo, este a su vez cuenta con un componente anatómico denominado cristalino con apariencia de una lente que al ponerse en acción esta adopta formas con la ayuda de un musculo llamado musculo ciliar y de unas fibras de colágeno llamas fibras zonulares, para ver a diferentes distancias en relación a la posición del individuo el cristalino se torna delgado o abombado, es decir si se trata de enfocar un objeto que se encuentre a una distancia de cuarenta centímetros aproximadamente el musculo ciliar comenzara por contraerse haciendo que las fibras zonulares se relajen provocando que el cristalino se abombe aparentando ser una lente biconvexa, en cambio lo que sucede para enfocar un objeto lejano que se encuentra a unos veinte metros aproximadamente el musculo ciliar empieza por relajarse esta relajación hace que las fibras zonulares se contraigan adelgazando el cristalino. Este proceso es innecesario en personas emétopes es decir en personas que no requieren de una compensación óptica para mejorar su agudeza visual, pero si es necesario en personas con defectos refractivos como son las hipermetropías y en el uso de nuevas tecnologías que se hacen tendencia conforme avanza el desarrollo de la humanidad.

Con el avance de la sociedad y por ende el desarrollo de la humanidad se crean nuevas facilidades para su convivencia que se explica en la población del presente siglo que se encuentra ligada a la era tecnológica, las tendencias e innovación marcan la pauta dentro de la sociedad actual. Donde el manejo de nuevas tecnologías es accesible para su uso desde edades muy tempranas provocando que la comunicación se reduzca a un medio virtual, razón por la cual el ser humano ha dejado la interacción con el exterior limitando sus relaciones interpersonales.

Todo este adelanto hace que el sistema acomodativo realice un sobreesfuerzo por el tiempo de uso que se les da a estos dispositivos. Si se observa el panorama podemos darnos cuenta que hay mayor prevalencia de presentar un defecto refractivo como son la miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia haciendo que esta última llegue con antelación siendo los principales causantes del desenfoco de las imágenes provenientes del exterior sobre la retina y si ubicamos en rangos de edad, la población infantil muestra mayor tendencia a ser futuros usuarios de lentes.

Toda esta temática mantiene una incidencia muy alta en el ámbito académico, ya que si un estudiante cualquiera que sea su formación académica por mínima que sea la actividad a realizar requerirá el uso de su visión próxima debido al trabajo prologado en visión cercana se ve afectada, en este sentido no existen pautas adecuadas cuando el individuo se halla frente a una pantalla, un libro, escribiendo, o leyendo. Por la incidencia de la tecnología en los sistemas educativos el trabajo en visión cercana por citar un ejemplo frente a una pantalla de una computadora o un dispositivo móvil inteligente llevara a un sobreesfuerzo del sistema acomodativo acortando el plazo para utilizar una compensación óptica temprana.

Por eso realizar una evaluación del sistema acomodativo temprano es de vital importancia para evitar futuros problemas como la utilización de lentes o recibir terapia visual. La valoración se realizó en el colegio técnico y Bachillerato General Bethel del Valle en donde se presentó en un gran número de estudiantes con problemas acomodativos, los cuales se llevaron a cabo con la ayuda de diferentes pruebas como por ejemplo el método de estimulación monocular, ciclos por minuto, flexibilidad acomodativa.

Antecedentes y justificación

Hoy en día son más las personas que trabajan a corta distancia, el uso del celular se ha intensificado, sin restricción de edad, ahora es más común ver niños usando prescripción óptica a temprana edad. Cuando se trabaja por tiempo prolongado de cerca la acomodación siempre está activa, haciendo que se presente mayor sintomatología cuando estamos a distancias cerca de los 33 cm, y en un futuro presentar una alteración en la acomodación.

Por tales motivos el diagnóstico de los problemas acomodativos es un campo poco conocido por la mayoría de las personas y en la práctica clínica se los enmascara con la prescripción de lentes. “En América los problemas de visión son más notorios ya que se deben a factores hereditarios y por la posición central de la tierra, *más de 26 millones de personas sufren de alguna discapacidad visual, más de 3 millones son ciegos.*” (Organización Panamericana de la Salud, 2019)

La Organización Panamericana de la Salud (OPS) refiere que, en Lima, Perú, cada día, los pacientes hacen fila afuera del Centro de Salud Materno Infantil Daniel Alcides Carrión en Villa María del Triunfo, uno de los distritos de Lima, Perú. Ellos están allí para que les examinen los ojos, para ver si necesitan tratamiento para una enfermedad ocular. Mientras esperan, los trabajadores de la salud aprovechan la oportunidad para compartir información sobre cómo detectar problemas oculares comunes y qué hacer al respecto (Organización Panamericana de la Salud, 2019).

En los países de americana latina se estima que ocho de cada diez personas sufren algún tipo de discapacidad visual y que se podrían evitar de manera oportuna, con el uso de prescripción óptica, la sintomatología que refieren dichos pacientes está ligada a trastornos de tipo acomodativo. El Hospital Luis Vernaza de Guayaquil señala en un comunicado que en el Ecuador ocho son los problemas más frecuentes a nivel visual y ocular, que con el avance de la tecnología cada vez se tornan más frecuente, dichas complicaciones como son:

- Miopía.
- Hipermetropía.
- Astigmatismo.
- Presbicia.
- Opacidad de medios transparentes, tales como leucoma o catarata.
- Defectos en la circulación ocular.
- Defectos en el nervio óptico.
- Prematuridad o Envejecimiento.” (Zarrasin, 2019).

Un gran número de la población desconoce que tiene algún tipo de trastorno acomodativo o refractivo, sin embargo, la detección de este tipo de defectos se centra en el Colegio Técnico y Bachillerato General Bethel del Valle ubicado en la provincia de Pichincha, en el cantón Quito, parroquia Yaruqui.

Para conocer un poco más sobre esta pequeña parroquia comienza por su ubicación geográfica. Yaruqui, parroquia ubicada al nor-orienté de la ciudad de Quito, tiene una superficie aproximada de 3.116,28 Km², con 20.000 habitantes. Su temperatura oscila entre los 12 – 28° C. Está delimitada geográficamente por: al norte con la Parroquia rural de Checa, al sur con las parroquias Pifo y Tababela, al este con la cordillera

central, provincia de Napo y al oeste con la parroquia de Tababela y Guallabamba. Se considera a la parroquia de Yaruqui como autónoma y con un alto sentido de libertad, por sus constantes luchas, aprovechando todos los recursos disponibles, cumpliendo con la consigna de morir con honra, defendiendo su señorío, antes que vivir como esclavos (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Yaruquí, 2019).

En tiempos de la colonia, Yaruquí fue constituida como parroquia eclesiástica mediante Decreto General del segundo Obispo de Quito, el dominico Fray Pedro de la Peña, luego del sínodo celebrado en 1570. Dentro del aspecto de producción, Yaruqui centra su economía en la vocación florícola, avícola, agrícola e industrial. Dentro de esta parroquia se hallan numerosos colegios y escuelas, siendo uno de estos el Colegio Técnico Bethel del Valle ubicado en la periferia de la misma.

El Colegio Técnico y Bachillerato General Bethel del Valle fue fundado en septiembre del 2007. Tras la donación del terreno que anteriormente pertenecía a una hacienda del sector. La hacienda de San Carlos fue durante muchos años la fuente de trabajo y abastecimiento para los pobladores de la parroquia, en los siguientes años venideros dentro del país se presentaría la reforma agraria que como parte de esta se tenía que de alguna manera remunerar a los trabajadores de la hacienda, su remuneración se vería representada por porciones de terreno que se les otorgaría a ellos, fueron pasando los años y la hacienda se terminó de fraccionar por completo hasta desaparecer en su totalidad.

Una de esas fracciones de terreno llegaría a manos de una extranjera que residía en Ecuador quien se hallaba en su labor de evangelización, pero que antes de volver a su país natal, Suiza. Decidió donar toda la extensión del terreno a la iglesia Vereana de Pifo con la única condición de que en esas tierras se construyera un colegio con valores y principios cristianos. Ramiro Báez pastor de la iglesia fue quien aceptó el registro de la propiedad y el mentalizador para que el proyecto diera.

Junto al Dr. Gabriel Cepeda y el Licenciado Edgar Zambrano emprenderían la iniciativa de formar el colegio, tras varios meses de constante lucha entre el adecuamiento de las instalaciones y la consecución de los documentos correspondientes se aprobaría el funcionamiento de la institución en el año 2007. En septiembre del mismo año el colegio técnico y bachillerato general Bethel del Valle abriría sus puertas para formar personas de excelencia académica con principios y

valores cristianos con un total de 26 alumnos dando el inicio de una nueva historia dentro del educacional en la parroquia de Yaruqui.

Las tierras que recibieron para que se formara el colegio seguían siendo casi en su totalidad una infraestructura de una hacienda ganadera, el panorama era devastador para que allí se formara una institución educativa pero con el trabajo se logró hacerlo realidad, siendo dos pequeñas aulas construidas para que se impartan las clases en ellas, una capilla donde un día fue un almacén de granos y productos de la hacienda que en ella se profetizaba la palabra del Señor, el rectorado y el vicerrectorado se adecuarían en los cuartos de los jornaleros al igual que el laboratorio de computación y las baterías sanitarias.

El colegio en ese entonces se hallaba estructurado a la cabeza con el pastor Ramiro Báez como administrador general, el Dr. Gabriel Cepeda como rector, el Licenciado Edgar Zambrano tomaría los cargos de vicerrector y de inspector general, la secretaria estaría a cargo de la licenciada Zoila Noboa, quienes además de ser funcionarios conformarían parte del cuerpo docente junto a otros profesores como Bolívar García y Leonila Pizarro, estos serían los primeros forjadores para que la institución se haga realidad, dando como primer paso la apertura de las inscripciones estudiantiles.

El proceso de inscripciones culminó con un total de 26 alumnos quienes serían los fundadores y la primera promoción que egresaría el colegio, el primer año de funcionamiento transcurriría con dificultades por el tema de la adecuación de las instalaciones. El segundo y tercer año se verían involucrados por problemas ya que el número de estudiantes había incrementado y las aulas no eran suficientes, teniendo que adecuar dos bodegas para incrementar un aula y un laboratorio y así abastecer a los estudiantes.

El administrador general del colegio el pastor Ramiro Báez logró un convenio con un grupo de misioneros estadounidenses quienes vendrían a invertir dinero para la construcción de mejoras, no solo logrando un convenio sino varios convenios que lograría traer varios grupos de misioneros por año logrando un crecimiento exponencial del colegio en estudiantes y construcción. Al término del tercer año era necesario ofertar carreras técnicas para los estudiantes que fueron el bachillerato general y electromecánica automotriz creando así dos opciones de especialización que a propósito era el único colegio que las tenía. Los seis primeros años del colegio

que en un inicio empezaría con apenas dos aulas terminarían al final de la primera promoción con un total de nueve aulas y un pequeño restaurante. En junio del dos mil trece el colegio técnico y bachillerato general Bethel del Valle daría a conocer a la sociedad su primera promoción con un total de veinte ya que a lo largo de la carrera su número disminuiría por diferentes motivos.

Larga ha sido la historia del colegio con dificultades y motivaciones que ha logrado que este continúe con sus funciones con la calidad de educación que emite esta institución, pero esto no solo depende del colegio que en ocasiones el bajo rendimiento académico no está ligado a la falta de interés del estudiante sino por factores físicos que integran al estudiante como podría ser un defecto refractivo. De este modo en las instituciones educativas son varios los motivos que interrumpen en el buen desempeño académico de los adolescentes, es por eso que allí radica una razón absoluta para tener en cuenta la importancia de realizar exámenes visuales en los jóvenes colegiales que es identificar y analizar las posibles afecciones visuales que originen dificultades futuras en el proceso de aprendizaje y por ende en la formación académica de los jóvenes en el recinto educativo.

En este periodo es de vital importancia un estudio sobre los problemas acomodativos para los estudiantes de colegio ya que logran más del 80% del total de aprendizaje mediante la visión, es por eso que sugiere la literatura actual reside en la detección de problemas acomodativos es importante ya que la mayoría de información ingresa por los ojos. Si el problema acomodativo se halla en defecto de alguna manera el paciente desarrolla un mecanismo para la percepción de la información haciendo que este conjunto de procesos acomodativos compense el sobre esfuerzo que realiza el sistema visual en general para la capacitación de información. En donde la finalidad que se pretende de ser el caso hallarse algún tipo acomodativo es para proceder algún tipo de conducta como la terapia visual o una corrección óptica adecuada.

Situación problemática

Dentro de la institución educativa se evidencia un alto número de estudiantes que presentan problemas de tipo acomodativo, siendo estos una limitante para el aprendizaje, razón por la cual la población a investigar se encuentra muy ligada al uso de las tecnologías mencionadas con anterioridad que por tal motivo se tomó como objeto de estudio, a esta condición se suma el tiempo de uso de dispositivos móviles,

así como la presencia de sintomatología, que empeoran aún más las anomalías de la acomodación y por ende una captación de conocimientos deficiente.

La presencia de este tipo de deficiencia visual que no esté acompañada de un diagnóstico oportuno y un tratamiento eficaz, limita el nivel cognitivo del alumnado que continúa presentando sintomatología y desencadenando en una alteración en su sistema acomodativo.

Formulación del problema

¿Cuáles son las alteraciones de tipo acomodativas que presentan los estudiantes del Colegio Bethel del Valle?

Delimitación del problema

El plantel educativo carece de un área de enfermería, razón por la cual no se evidencian los trastornos visuales que pueden padecer los estudiantes, los profesores al no detectar comportamientos extraños de los estudiantes al realizar alguna actividad, la cual puede verse frustrada por una incapacidad en el sistema visual, y dificultar el aprendizaje y adecuado rendimiento académico del estudiante. La falta de brigadas médicas y optométricas a los planteles educativos hace que no se dé un diagnóstico precoz y tomar medidas al respecto, siendo responsable el Ministerio de Educación junto con el Ministerio de Salud Pública del Ecuador, estas entidades no hacen énfasis en realizar este tipo de ayuda, en los colegios lo mantienen porque es un requerimiento para su funcionamiento, se deriva a centros ópticos, mas no por iniciativa propia. En la práctica diaria optométrica, es notable el incremento en consulta de personas con algún tipo de sintomatología asociada a largas jornadas de trabajo en visión próxima. La función del optómetra es determinar cuándo llega a niveles perjudiciales para la salud, esta condición de desempeño habitual. La función acomodativa se ve perjudicada existiendo mayor prevalencia de alteraciones de este tipo, es importante que dentro de consulta se evalúe la parte acomodativa cuando el paciente presente un síntoma asociado a algunas de las disfunciones. La falta de conocimiento por parte de los padres de familia hace que el problema avance ya que no se da una atención temprana. La optometría es un área encargada de a atención primaria de salud, por tal razón es importante que no se pierda la esencia de la prevención y promoción de la salud visual.

Justificación del problema

Varias son los motivos que interrumpen en el buen desempeño académico de los adolescentes, es por eso que allí radica una razón absoluta para tener en cuenta la importancia de realizar exámenes visuales en los jóvenes colegiales que es identificar y analizar las posibles afecciones visuales que originen dificultades futuras en el proceso de aprendizaje y por ende en la formación académica de los jóvenes en el recinto educativo.

En este periodo es de vital importancia un estudio sobre los problemas acomodativos para los estudiantes de colegio ya que logran más del 80% del total de aprendizaje mediante la visión. Si el problema acomodativo se encuentra en el paciente este desarrolla un mecanismo para la percepción de la información haciendo que este conjunto de procesos para enfocar objetos de lejos o de cerca, compensen el sobre esfuerzo que realiza el sistema visual en general para la percepción de información. Siendo la finalidad que se pretende de ser el caso hallarse algún tipo de anomalía acomodativa es la de proceder sobre el individuo con algún tipo de conducta a seguir como la terapia visual o una corrección óptica adecuada.

Formulación de la hipótesis

Los estudiantes del Colegio Bethel del Valle presentan alteraciones de tipo acomodativo, las cuales repercuten en su salud visual.

Objetivos de la investigación

Determinar las alteraciones de tipo acomodativo presentes en los estudiantes del Colegio Bethel del Valle en el periodo marzo-diciembre 2019. Además, identificar la agudeza visual de los pacientes en estudio, evaluar los resultados de los test de acomodación de los pacientes estudiados, determinar incidencia de alteraciones acomodativas en la muestra de estudio, se distribuyó las muestras de estudio según las variables edad y sexo, se conoció los tipos de defectos refractivos en la muestra de estudio con mayor incidencia.

CAPÍTULO I.

DIAGNÓSTICO.

Situación antes de la intervención

Esta Institución Educativa es precursora en la formación de jóvenes adultos con un alto desempeño académico y la enseñanza de valores cristianos como uno de sus principales objetivos, cuidando la identidad religiosa de cada uno de sus estudiantes, del cuerpo docente y de los administradores. Logrando formar futuros jóvenes y profesionales de excelencia con cualidades para ser ejemplos a seguir dentro de la sociedad.

El Colegio Técnico y Bachillerato General Bethel del Valle presta su oferta académica a la sociedad con los siguientes servicios como son el bachillerato general unificado y un bachillerato técnico en electromecánica automotriz. La institución está regida por un sistema educativo que es el bilingüe ya que mantiene un convenio con grupos extranjeros que imparten clases en Inglés, siendo este un modelo que pone en manifiesto la identidad del colegio tanto en sus fundadores como en sus principios religiosos.

La educación que imparte el colegio mantiene una perspectiva en la cual no se centra en los problemas de tipo acomodativo que presentan los estudiantes, en donde define a las anomalías acomodativas como experiencias que no se centran como una experiencia que no se toma en cuenta el nivel de pérdida visual y a las personas que mantienen problemas de tipo refractivo como amétropes en donde se comporta como una deficiencia visual.

Se reconoce a las compensaciones ópticas y terapias visuales como la ayuda que reciben estas personas para sobrellevar su condición motivándolas a tener disciplina en estos tratamientos con la finalidad de mejorar su rendimiento académica y su comodidad. Tener en cuenta que el diagnóstico precoz es de vital importancia, de esto dependerá el éxito del tratamiento.

Factores locales que impiden la resolución del problema

A pesar de que la optometría ha ido creciendo en el país, y que cada vez hay más ópticas no solo en lugares de masiva afluencia, sino también en los barrios, aun no se tiene conciencia del cuidado de la salud, y se relegue la práctica de la optometría solamente a la corrección de un defecto visual y posterior corrección con anteojos, la amplia batería de test que se pueden hacer en consulta se deja de lado. Los chequeos visuales se los realizan como un requisito para el inicio de un nuevo ciclo escolar, por un certificado, que llene una carpeta de requerimientos que el estudiante debe entregar al momento de su matrícula. La falta de conocimiento de una evaluación temprana del órgano de la visión y de todos los sistemas que lo componen hace que no se tomen las medidas pertinentes. La optometría es un área de la salud encargada de la prevención y promoción del adecuado sistema visual. El plantel educativo no cuenta con un área exclusiva para la evaluación del estado de salud de los estudiantes y en caso de ser necesario hacer la remisión al profesional, la falta de brigadas de salud visual empeora la situación al no darse como prioritaria la calidad y el perfecto funcionamiento del sistema ocular.

Objetivos de la sistematización

Objetivo General

Determinar las alteraciones de tipo acomodativo presentes en los estudiantes del Colegio Bethel del Valle, en el periodo Marzo-Diciembre2019.

Objetivos Específicos

- ✓ Determinar agudeza visual de los pacientes en estudio.
- ✓ Evaluar los resultados de los test de acomodación de los pacientes estudiados mediante los exámenes de amplitud de acomodación y flexibilidad acomodativa.
- ✓ Determinar la incidencia de alteraciones acomodativas en la muestra de estudio.
- ✓ Distribuir las muestras de estudio según los variables edad y sexo.
- ✓ Conocer tipos de defectos refractivos en la muestra de estudio.

CAPITULO II

CONTEXTO TEORICO Y METODOLOGICO

Contexto teórico

La gran demanda de visión próxima que existe en la población actual, los trabajos y la comunicación hoy en día requieren que se esté frente a una pantalla y la corta distancia que existe entre estas y nuestros ojos por periodos de tiempo extensos. El uso de dispositivos móviles que años atrás eran considerados de uso limitado y constituía como un lujo, ahora se ha convertido en una necesidad. No es asombro que desde temprana edad se comience a ser uso de estas tecnologías, ya que esta avanza a gran escala, los niños y adolescentes son un blanco para las grandes corporaciones encargadas de crear y lanzar al mercado nuevas aplicaciones las cuales son de interés de la población antes mencionada, si bien es cierto que ante el uso indiscriminado de dispositivos móviles las grandes firmas al cuidado de la salud visual han lanzado productos para tratar de combatir los problemas que a futuro se producen por la falta de protección cuando pasamos largos periodos frente a una pantalla, pero poco saben las personas acerca de los efectos nocivos que esto trae, la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo considera como un problema de salud pública. Dentro de los efectos perjudiciales del problema tratado con antelación, se encuentran las alteraciones de tipo acomodativa, las cuales son las que más generan sintomatología en trabajo excesivo de visión próxima, y a las cuales en consulta se les da poca importancia y suelen pasarse por alto, tratando solo con lentes el problema, cuando en algunos casos un diagnóstico precoz y correcto acompañado de una higiene visual puede colocar en homeostasis todo el sistema visual. La población objeto de estudio engloba los parámetros para ser evaluada, y ser tratada a tiempo, además de crear conciencia acerca de las alteraciones producto del trabajo prolongado en visión próxima.

Es posible que hace siglos, los escribas monásticos dedicados o las costureras enclaustradas hayan culpado de su visión deteriorada al tipo particular de “trabajo de cerca” que realizaban, el cual requería mantener la mirada enfocada en un punto cercano. Para finales del siglo XX se culpaba también a las actividades recreativas con enfoque de cerca, como un sinnúmero de horas empleadas en estudiar, en estar

sentados frente al televisor y, más recientemente, en mirar con los ojos entrecerrados frente a los monitores de alta resolución en toda suerte de aparatos, desde las consolas de juegos hasta los teléfonos celulares (Salud Pública de México, 2015).

El trabajo y el estilo de vida de la sociedad actual hacen que sea imprescindible que se tenga que estar por lo menos unas ocho horas diarias frente a una pantalla, lo que ocasiona una serie de síntomas que van a generar alteraciones en nuestro sistema visual, y más en concreto anomalías en la parte acomodativa. En cuanto a la parte académica es de conocimiento, que la mayoría de tareas o trabajos que envían los docentes a sus estudiantes, son consultados en internet, la información y la búsqueda en libros se ha relegado a los sitios web, ya que la encontramos en cuestión de segundos y de forma actualizada, haciendo que el estudiante reduzca su tiempo de consulta y en ocasiones un copia y pega resuelve todo, si se lo observa desde este punto, el internet es una herramienta eficaz a la hora de buscar información, y se lo concibe de esta manera, pero no todo lo que está al alcance de nuestras manos indica el mismo beneficio, y si pasamos horas frente a un ordenador o un celular, esto repercutirá en nuestra salud, tal vez no de momento porque entonces si tomaríamos conciencia de las acciones que trae consigo, los problemas son a futuro.

Según la Organización Mundial de la Salud, indica que la adolescencia comprende desde los 10 hasta los 19 años, etapa en la que los jóvenes se ven vulnerables ante la existencia de varios aparatos tecnológicos y novedosas formas de comunicación lo que conlleva a que siempre estén actualizados generando estrés entre ellos y a sus padres para poder adquirir los últimos artefactos tecnológicos, puesto que esta edad es caracterizada por presentar dificultades para medir riesgos que sobrelleva el uso desmesurado tanto de los aparatos tecnológicos como del uso de internet.

El internet tiene grandes beneficios y con su buen uso ofrece ventajas: a nivel educativo, investigativo, comunicativo y como herramienta de trabajo, pero hay que tomar en cuenta los efectos negativos que puede producir especialmente en un grupo vulnerable como son los adolescentes. La tecnología desarrollada nos facilita la vida, pero también puede complicárnosla y afectar la salud (Dutan & Espadero , 2016).

Según datos estadísticos a nivel mundial hay más de 3.500 millones de usuarios de Internet móvil. Los usuarios destinan en promedio el 69% de su tiempo en

smartphones. Los dispositivos móviles generarán el 80% del uso global de Internet. El 50% del tiempo que destinan los usuarios a los medios digitales se emplea en aplicaciones móviles. Esto se debe al gran crecimiento tecnológico que ha traído la evolución de la sociedad, además que no depende solo del factor ciencia, sino también del cambio climático que indirectamente está dado por el crecimiento poblacional que trae como consecuencia la producción en masa de desechos que provocan un cambio en el planeta.

Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) proporcionó los siguientes resultados 16,9% (1'261.944) de las personas de cinco años y más que tienen celular poseen un teléfono inteligente (Smartphone), lo que representa un crecimiento de 141% frente al 2011, según los últimos datos de la Encuesta de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Según la encuesta, el 51,3% de la población de 5 años y más tiene por lo menos un celular activado, la provincia con mayor número de personas que tiene un teléfono celular activado es Pichincha con el 60,9%, mientras que la menor es Chimborazo con el 37,4%. El estudio refleja que el acceso a internet en el país también se incrementó al pasar de 11,8% en 2010 al 28,3% de hogares con acceso a internet. De acuerdo a las áreas, en la zona rural el porcentaje de hogares que tienen acceso a internet es el 9,1% mientras que en el área urbana es de 37% (Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2016).

En el año 2016 se realizó una investigación en la región amazónica del Ecuador, en la cual se concluyó que los problemas acomodativos están en una frecuencia muy alta y solo una mínima parte de la muestra está exenta.

Los problemas acomodativos son más frecuentes hoy en día dependiendo el sector laboral y la actividad que realizan ya sea en jornadas largas o cortas en visión de cerca, esto creará un incremento en los problemas acomodativos, en el género femenino y masculino presentan un índice elevado en dichos problemas con una mínima diferencia, en las mujeres presentan un porcentaje más elevado, la edad en la que se tomó la muestra revela que a menor edad más alto es el índice de alteraciones acomodativas y a mayor edad el índice es bajo disminuyéndose progresivamente, creando dificultades en tareas que requieren esfuerzo en actividades que antes no las requería provocando sintomatología en la mayoría de la muestra evaluada (Lumbi & Silva, 2016).

Durante la investigación se ha encontrado artículos relacionados con el presente estudio, en Colombia realizado por Alejandro León Álvarez y Paulo Cesar Zapata Giraldo, titulado

Evaluación del retraso acomodativo (lag) de acomodación con la retinoscopía de Nott entre los 5 y los 19 años de edad. El objetivo del estudio fue determinar los valores normales del retraso acomodativo (lag) de acomodación en una población entre los 5 y los 19 años de edad de los colegios públicos de la ciudad de Pereira. Los materiales y métodos: empleando la retinoscopía de Nott, se evaluó el retraso acomodativo (lag) de acomodación en 505 sujetos (392 seleccionados) pertenecientes a los colegios públicos de Pereira. Resultados: la mediana del retraso acomodativo (lag) de todo el grupo fue de 0,51 D; por géneros no hubo discrepancia, pero sí entre el grupo etario de 5 a 9 años con el de 15 a 19 años. Y como conclusión: el retraso acomodativo (lag) de acomodación en esta población fue menor a lo reportado en otros estudios, por lo que se recomienda emplear los resultados encontrados en las edades evaluadas como referentes en nuestro entorno (Zapata, 2016).

En un segundo estudio realizado en España por Stela Carbonell, titulado Prevalencia y sintomatología de las disfunciones acomodativas y binoculares en la población universitaria, en el cual el objetivo era determinar la prevalencia de las disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas en una muestra aleatorizada de sujetos universitarios, así como caracterizar la sintomatología de dichas anomalías. Hubo un total de 175 estudiantes, de ellos 59 fueron hombres y 116 mujeres.

Los resultados de la investigación muestran que la prevalencia de las disfunciones refractivas, acomodativas y binoculares no estrábicas en la población universitaria alcanza valores importantes desde el punto de vista clínica. Así la prevalencia de las disfunciones acomodativas y/o binoculares fue de un 34.7% y las refractivas de un 33.8%. El estudio concluyó que la disfunción acomodativa más frecuente es el exceso de acomodación y la disfunción binocular no estrábica más prevalente es la insuficiencia de convergencia. (Carbonell, 2016).

En un tercer estudio realizado en la ciudad de Quito, por Andrea Garnica, titulado Estudio de la acomodación y la convergencia en adolescentes de las edades comprendidas entre 12 y 15 años usuarios de pc, de la unidad educativa vida nueva, de la ciudad de Quito, el objetivo del estudio determinar la prevalencia de defectos

acomodativos y vergenciales relacionados con el uso prolongado del computador. La investigación es de tipo no experimental por lo que no se manipulan las variables y los resultados serán esperados tras una evaluación correspondiente, de modo transversal al tomar los datos por medio de una encuesta y de historias clínicas de los alumnos de la Unidad Educativa Vida Nueva en un tiempo y espacio determinado y de tipo correlacional al relacionar dos variables interpretando los resultados y llegando a una conclusión.

Como conclusión del estudio se puede determinar que, si existe una prevalencia de alteraciones acomodativas influidas por el uso prolongado del computador, el problema acomodativo más relevante fue el exceso de acomodación con un (34%), mientras que el menos relevante fue la inflexibilidad acomodativa con (1%), la edad que más prevaleció fue 12 años encontrándose ahí la mayor cantidad de problemas acomodativos con 76 ojos de estudio que equivale al (57%) De esta manera se determina que mientras más jóvenes más alteraciones acomodativas. (Garnica, 2016).

En un cuarto estudio realizado en Ecuador en la región amazónica por Steven Lumbi y Grace Silva, titulado Estudio evaluativo de los problemas acomodativos en la comunidad Kichwa de la región amazónica ecuatoriana, en personas 20 a 35 años de edad, en el cual el objetivo fue determinar la frecuencia de los problemas acomodativos en la comunidad Kichwa del sector Campococha de la Amazonia ecuatoriana. Tiene como un diseño metodológico, el tipo de diseño no experimental descriptivo transversal ya que se realiza sin manipular la variable debido a que las personas sujetas al estudio por el riesgo laboral al que están sometidos pueden llegar a presentar trastornos acomodativos, ya que la recolección de datos se realizará en un solo tiempo. El tipo de investigación es descriptiva porque determinando en que género de la población se van a encontrar trastornos acomodativos más frecuentes entre 20 a 35 años y cuál de estos afectaría en lo laboral.

Se concluye que los trastornos acomodativos en la en la comunidad kichwa tienen un índice muy alto y debido a eso a sintomatología es muy frecuente en las personas que tienen estos problemas acomodativos esto dificulta las actividades que ejercen en su área de trabajo lo que esto representa una cantidad considerable. (Lumbi & Silva, 2016).

En un quinto estudio basado en la revisión bibliográfica por Laura Bermúdez Ureba, titulado Importancia de la relación acomodación-convergencia para el rendimiento escolar, se elabora una revisión bibliográfica enfocada a la comparación de artículos sobre las alteraciones de la visión binocular no estrábica, cuyo objetivo principal es demostrar su afectación en el rendimiento escolar (sobre todo a nivel lecto-escritor), centrándose especialmente en edades comprendidas entre 6 y 19 años. Se presentaron los aspectos más destacados de los datos obtenidos de los diferentes estudios, comparando los mismos mediante tablas.

De este modo, se llegó a la conclusión que estas anomalías son un factor de riesgo para un aprendizaje correcto. Destaca por su frecuencia y repercusión alteraciones como la insuficiencia de convergencia y la insuficiencia de acomodación, ambas producen los síntomas más preocupantes en la lectura y escritura. Por último, se incluye la figura del óptico optometrista como pilar básico de su diagnóstico y tratamiento, explicando la importancia de la terapia ortóptica y comportamental. (Ureba, 2016).

Conceptos y definiciones teóricas

La anatomía y fisiología del cuerpo humano es una perfecta estructura de órganos y sistemas que trabajan en perfecta cohesión para su funcionamiento, todo este conjunto de sofisticadas partes debe hallarse en un óptimo estado a fin de que se cumplan todos los procesos que de lo contrario presentaría problemas, en donde están a cargo de una función en específico ya que cada uno de ellos que tienen un motivo y razón de ser en el organismo. Uno de las partes más complejas con las que cuentan las personas es el sistema de la visión, difícil de entender su anatomía y comprender su fisiología.

El aparato de la visión es perteneciente a los sentidos del hombre que es asegurado por un órgano receptor, el ojo, una membrana, la retina, recibe las impresiones luminosas y las transmite por las vías ópticas hacia el cerebro. El ojo es un órgano par situado en las cavidades orbitarias, que a su vez está protegido por los párpados y por la secreción de la glándula lagrimal y que es movilizado por un grupo de músculos extrínsecos comandados por los nervios motores del ojo. Cuenta con un sistema

sensorial que permite la captación de luz proveniente del exterior para ser procesados e interpretados en la corteza cerebral.

La primera estructura anatómica en estudiar es la cavidad orbitaria u orbita, que como se mencionó anteriormente consta de dos cavidades cada una de ellas son excavaciones profundas en las limitaciones del cráneo y de la cara dispuestas en sentido horizontal de forma piramidal y algo truncadas en su vértice proyectando su base hacia fuera, por debajo del hueso frontal, por arriba del hueso maxilar superior, por fuera del cuerpo del esfenoides y de las fosas nasales. En cada orbita se describen cuatro paredes, cuatro bordes, un vértice y una base.

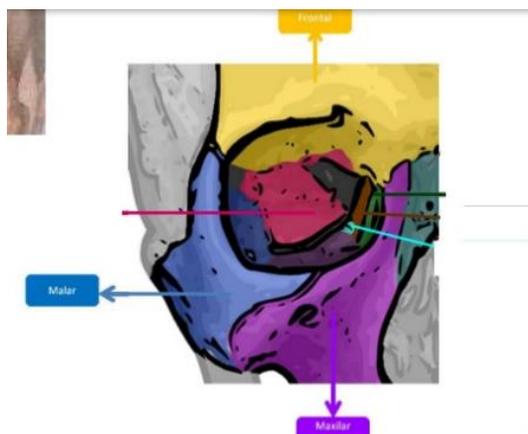


Figura 1. Cavidad orbitaria.

Fuente: (Soria, 2016).

Comenzando por las paredes se halla la pared superior que está constituida por otras partes que conforman el estadio, está formada por la porción orbitaria del hueso frontal, en la sección de atrás por el ala menor del esfenoides en donde existe una sutura que cohesionan a estas dos caras. En dirección hacia adelante y afuera se halla ubicada una fosita en donde se aloja la glándula lagrimal, esta pared también corresponde anatómicamente a la porción anterior del piso de la base del cráneo en donde descansa el lóbulo frontal del cerebro. Esta pared es algo delgada en la parte de atrás y muy espesa por delante de tal manera que puede ser objeto de fractura.

Continuando con la siguiente pared esta la inferior esta por ser la estructura donde descansa el globo ocular es de forma bastante plana, esta pared está formada por la

cara superior de la apófisis ascendente del hueso maxilar superior y por el hueso cigomático. Dentro de la porción más profunda se encuentra la carilla anterior de la apófisis orbitaria del hueso palatino, al igual que la pared superior estas partes de los diferentes huesos anteriormente mencionados se hallan compactados por diferentes suturas. Se evidencia un canal desde la porción posterior hacia la anterior en donde se forma una excavación para luego formarse un conducto en la porción correspondiente al hueso maxilar superior, denominado conducto infraorbitario que tendrá su desembocadura adelante en el agujero del mismo nombre. En esta pared de la órbita se observa una relación del seno maxilar con el aparato de la visión.

Dirigiendo el estudio de la anatomía hacia la porción exterior de la órbita esta la pared externa. Según la literatura expresa que esta pared se halla conformada por una cara anterior e interna del ala mayor del hueso esfenoides, continuándose por la apófisis orbitaria del hueso malar y finalmente por la porción más saliente que corresponde a la porción más externa de la cara orbitaria del hueso frontal. Esta sección de la cavidad orbitaria ligeramente excavada está en comunicación con la fosa temporal. Varios autores la describen como una simple prolongación de la apófisis del hueso frontal acompañada de una porción del hueso malar o cigomático.

Finalmente, la pared interna se describe su formación de atrás hacia adelante, como primera estructura se encuentra la cara externa del cuerpo del esfenoides, empezando justo por delante de la hendidura esfenoidal, a continuación, por la porción orbitaria del hueso etmoides, por la apófisis ascendente del hueso maxilar superior que la comparte con la pared superior de la órbita y por el hueso unguis. Justo por detrás de esta estructura se encuentra un conducto que si dirige hacia abajo y afuera que se denomina el canal lagrimal que termine más hacia en el conducto lacrimonasal por donde transcurren estructuras del sistema lagrimal.

En la porción posterior de esta pared se encuentra un pequeño orificio que por el cual atraviesan componentes anatómicos como el nervio óptico, la arteria oftálmica y varias pequeñas venas, a este pequeño orificio se lo llama agujero óptico. Que este intercomunica o delimita a lo que es globo ocular netamente en toda su estructura anatómica con la porción neurosensorial del sistema visual, es decir la separación del ojo con la vía visual. Con las cuatro paredes descritas se canalizará el estudio hacia

los bordes de la órbita que al igual son cuatro detallando cada uno de sus componentes anatómicos con cada una de sus particularidades.

El borde superior externo comienza a partir de la fosita lagrimal continuándose con la sutura frontoesfenoidal finalizando con la parte externa de la hendidura esfenoidal. A continuación, el borde superior interno, presenta las suturas del hueso frontal con la apófisis ascendente perteneciente al hueso maxilar superior, con el hueso unguis y con el etmoides, cabe precisar que a nivel de estos se comienzan dos pequeños agujerillos de los conductos etmoidales para que transcurran un nervio nasal y arterias etmoidales. En la continuidad de este borde está el inferior interno que da su inicio a nivel del agujero superior del canal nasal y, en sentido posterior hacia el anterior se observa vestigios de una sutura que concuerda con el hueso unguis y del etmoides con el maxilar superior y luego el del cuerpo del esfenoides con el hueso palatino. Finalmente, el borde inferior externo se describe de igual manera de hacia delante hacia atrás se halla el hueso malar, luego la hendidura esfeno maxilar.

Dando por terminado al estudio del tema correspondiente a la órbita esta el vértice que comienza por la parte interna de la hendidura esfenoidal que comunica la órbita con el piso medio de la base del cráneo. Da paso a los nervios motores del ojo y a la vena oftálmica; en su borde se inserta el tendón o anillo de Zinn del que irradian intersecciones tendinosas que separan en su origen a los cuatro músculos rectos. La hendidura esfenoidal está situada entre el ala menor y el ala mayor del esfenoides. El periostio orbitario es un tejido que se deja desprender fácilmente de las paredes óseas que está encargado de tapizar a cada una de ellas, tapiza a la hendidura esfenoidal donde se adosa a la duramadre a la cual se une, a nivel del conducto óptico el periostio se continua con la duramadre que rodea al nervio óptico.

El funcionamiento y propósito de la órbita está en que es la encargada de brindar una protección casi en su totalidad y en general a todo el globo ocular, lo protege de los impactos gracias a varios tejidos como es la grasa orbitaria que funciona como almohadilla haciendo que el traumatismo reduzca su impacto además de que es quien alojara a todo ese complejo sistema. Pero no asegura la protección en su totalidad, está exento de infecciones, enfermedades sistémicas o simplemente traumatismos

producidos por pequeños objetos como una pelota de golf que fácilmente puede hacer que explote el globo ocular ya que esta es más pequeña que la órbita.

El ojo puede considerarse compuesto por tres capas esféricas concéntricas, cada una de las cuales cumple con una función distinta.

La capa externa está conformada por la córnea y la esclerótica. Tiene por función proteger el contenido ocular y mantener la forma del globo ocular. Ofrece, además, una superficie para la inserción de los músculos extraoculares. Esta capa está compuesta por fibras colágenas, lo que le otorga una gran resistencia.

La capa media es una capa vascular de la cual depende el metabolismo de las capas externa e interna. Por su color, a esta capa se le denomina úvea, y por las diferenciaciones que presenta, podemos reconocer en ella tres regiones: iris, cuerpo ciliar y coroides. La capa interna es la retina, la cual genera impulsos nerviosos como respuesta a los estímulos luminosos. Estos impulsos eléctricos son transmitidos al cerebro para su interpretación. La retina puede subdividirse en dos unidades: el epitelio pigmentario y la retina neurosensorial. (Quiroz, 2019).

En acuerdo con el autor el globo ocular es el órgano del cuerpo humano por el cual se recibe más del noventa por ciento de la información proveniente del exterior para que esto suceda este debe mantener su integridad y funcionamiento a la perfección a este órgano se lo describe de la siguiente manera.

Con una forma casi esférica, de manera levemente achatada en sentido vertical de arriba hacia abajo, esta forma se mantiene si se lo estudia de atrás hacia adelante que es aquí donde se anatomía cambia, comenzando por una saliente transparente de permanente regularidad. En el ojo se describen además dos polos, un ecuador o centro y meridianos. Generalizando el globo ocular consta de tres capas o túnicas que explicando desde afuera hacia adentro se encuentra primero la capa corneo-esclerótica siendo esta la más fuerte y fibrosa brindada protección a las estructuras intraoculares, consiguiente a esta se descubre la úvea que a su vez esta desprendida en tres partes el iris, el cuerpo ciliar y la coroides que es de naturaleza vascular proporcionando la irrigación de sangre al globo ocular. Finalmente, la tercera capa es la neurosensorial encargada de recibir los rayos luminosos provenientes del exterior que pasaran a ser transformados en estímulos nerviosos llevándolos a través de los nervios ópticos hacia la corteza cerebral quien se encargara de procesar dichos estímulos para posteriormente ser interpretados en imágenes.

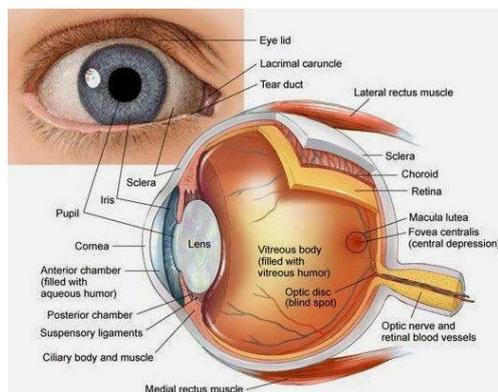


Figura 2. Túnicas del globo ocular.

Fuente: (Gómez, 2016).

Comenzando por la túnica externa, la esclerótica y cornea que como se hizo mención anteriormente es una capa fibrosa poco extensible y algo vascularizada que a su vez consta de dos segmentos, un segmento opaco no transparente de apariencia blanquecina y un segmento menos extenso y en su totalidad transparente la córnea. Estas secciones del ojo protegen a las capas subyacentes a ellas, además de los otros componentes anatómicos que se encuentran inmersos en su interior. Cabe recalcar que dicha protección es dirigida hacia agentes físicos, por motivo de que esta puede desarrollar una infección y fácilmente penetra hacia los medios intraoculares.

La esclerótica ocupa aproximadamente el noventa por ciento de la túnica externa que naturalmente cuando se expone a la luz es opaca, con su superficie externa es de forma convexa de color blanco azulada que por el transcurso de la edad se vuelve amarillenta, se continua desde hacia atrás hacia adelante por la córnea totalmente transparente, superficialmente también responde a otro componente, la capsula de Tenón de la que está por un pequeño espacio llamado supra esclerótico que da el paso que la linfa transcurra a través de ese espacio. La esclerótica facilita la inserción de los músculos extraoculares los rectos y los oblicuos. Su superficie interna de forma cóncava y de color oscuro responde a la coroides que si bien es cierto es la segunda capa está íntimamente relacionado con la esclera, dicha relación conlleva a su perforación con orificios que son dados por los vasos y nervios que la atraviesan.

El orificio posterior corresponde a la travesía del nervio óptico y de los vasos sanguíneos de aproximadamente tres milímetros de diámetro, el orificio posterior corresponde a la córnea de apariencia amplia y ovalada tallada en toda su circunferencia a bisel para la inserción de este medio transparente, este punto de unión

es llamado limbo esclero-corneano. La esclerótica, al poseer fibras colágenas desordenadamente dispuestas y al estar más hidratado que la córnea, es una estructura más opaca (en comparación a la córnea) que conforma los 4/5 posteriores de la capa externa del globo ocular. Sobre su superficie se insertan los músculos extraoculares. (Quiroz, 2019).

Fisiológicamente la esclera es más hidratada que la córnea su principal función es la de conservar la integridad de sus estructuras que se encuentran subyacentes a ella y la de dar inserción a los músculos extraoculares. Cabe recalcar que esta capa esta irrigada por vasos y nervios que provienen de los vasos ciliares cortos anteriores y posteriores dando su terminación en la coroides.

La túnica media o vascular esta aplicada a la cara interna de esclera adherida desde el polo posterior hasta un punto situado hasta un milímetro antes del limbo corneo escleral, dirigiéndose hacia adelante formando un pequeño agujero de diámetro variable, la pupila. De allí esta interrumpida por segmento festoneado situada delante del ecuador del globo ocular que se denomina ora serrata, esta formación divide la túnica media en dos partes, una parte posterior, amplia y vascular, la coroides; la otra parte anterior, menos amplia y musculo-vascular, el cuerpo ciliar y el iris.

La coroides o úvea representa las tres cuartas partes de una esfera hueca, es una membrana más espesa atrás que adelante bastante frágil. Su cara externa de curvatura convexa se halla en contacto con la porción interna de la esclera unida mediante una laminilla llamada la lámina fusca, por vasos y por nervios. Su cara interna bastante lisa de coloración exageradamente oscura se relaciona con la capa neurosensorial la retina, pero no se adhiere a ella. La coroides al igual que la esclera consta de un agujero por donde transcurren vasos y nervios, la principal función de esta capa es la de nutrir y proporcionar al globo ocular la irrigación de sangre por eso es esencialmente nutrida de vasos voluminosos mayoritariamente venosos.

Consecuente a esta capa vascular está el cuerpo ciliar interpuesto entre ella y el iris, su forma da apariencia de anillo densamente espeso situado entre la zona ciliar de la retina, atrás, y de la esclerótica, adelante. Esta es una estructura muscular vascularizada que, a su vez por formar parte de la capa media, esta estructura se subdivide en dos secciones el musculo ciliar y los procesos ciliares.

Es una membrana delicada, fina y pigmentada, que separa la cámara anterior de la cámara posterior. Tiene un orificio central llamado pupila, cuyas funciones permitir el paso de luz. El diámetro pupilar puede ser variado, ya sea por estímulos luminosos o farmacológicos, merced a dos músculos que se encuentran presentes en el espesor del iris: el esfínter de la pupila y el dilatador de la pupila. Las fibras circulares del esfínter responden a los estímulos colinérgicos (propios del Parasimpático) y al contraerse reducen el diámetro de la pupila, fenómeno denominado miosis. Las fibras radiales del dilatador responden a los estímulos adrenérgicos (propios del Simpático) y al contraerse aumentan el diámetro de la pupila, fenómeno denominado midriasis. La pupila regula la cantidad de luz que entra al ojo: si la iluminación es deficitaria, habrá midriasis; si la iluminación es excesiva, habrá miosis. (Quiroz, 2019).

Su base se interpone entre la cara posterior del iris y la cara anterior del cristalino, están formados por paquetes vasculares anastomosados con una red capilar densa que da origen al humor acuoso. El musculo ciliar junto a los procesos ciliares que cabe aclarar conjuntamente se llama cuerpo ciliar que fisiológicamente están encargados de la formación del humor acuoso basado en un principio de receptores beta adrenérgicos que se procesa en el musculo ciliar gracias a una estimulación se activa una enzima llamada anhidrasa carbónica lo que produce una producción activa y constante de este fluido. También está encargado de contribuir a un fenómeno que se desarrolla en el cristalino, la acomodación que en donde al contraerse o relajarse el musculo ciliar y las fibras zonulares hacen que el cristalino cambie se forma para adelgazarse o ensancharse logrando así enfocar objetos lejanos o cercanos respectivamente.

El iris es el siguiente componente perteneciente al cuerpo ciliar que este a su vez es integrante de la capa media o vascular. Este integrante anatómico del ojo constituye la parte más anterior de la túnica vascular, mantiene una forma de disco vertical perforado en su centro por el orificio de la pupila, su cara anterior pasa a ser parte de la pared posterior de la cámara anterior, cabe mencionar que la cámara anterior está formada por la cara posterior de la córnea y la cara anterior del iris.

Su coloración es de forma variable, en su espesor se visualizan pequeños espacios verticales llamados criptas su constitución anatómica esta entre dos capas epiteliales una anterior y otra posterior que a medida de estas se interpone un estroma, este

contiene células pigmentadas o cromatóforos y especialmente fibras musculares lisas dispuestas en un plano anterior circular (esfínter constrictor del iris) encargado de la miosis y un plano posterior radiado (dilatador del iris) encargado de la midriasis llevados por el sistema parasimpático y simpático respectivamente.

Su vascularización e inervación está a cargo por las arterias provenientes de otras arterias ciliares cortas y dos arterias ciliares anteriores largas externa e interna. Por las venas que continúan una disposición de las arterias, estas se agrupan formando en los procesos para formar plexos venosos e irrigar al iris. Su inervación nerviosa es procedente del ganglio oftálmico o del nervio nasal inervando el musculo ciliar y el iris, además de fibras sensitivas para el epitelio anterior del iris, fibras vasomotoras y tróficas.

Fisiológicamente el iris se estrecha o se relaja de tal manera que se controla el flujo de entra de luz aumentándolo o disminuyéndolo, la miosis es propia de la pupila estrechada provocando una disminución del ingreso de luz hacia el ojo y la midriasis es la característica propia de una pupila relajada haciendo que la ingesta de estímulos luminosos aumente. Todos estos movimientos activos del iris son totalmente involuntarios es decir no se los puede controlar por motivo de que están a cargo del centro axial del nervio motor ocular común.

Como tercera capa del globo ocular a describir esta la neuro-sensorial o nerviosa, la retina que como las anteriores está relacionada con la capa media pero no se encuentra adherida a ella, aquí es donde se da origen al nervio óptico por la presencia de deteroneuronas di encefálicas. Es aquí donde se produce la captación de rayos luminosos ya sea en ambientes con iluminación o sin ella, es decir en ambiente con mucha o con poca luz, ya que cuenta con dos células llamadas conos y bastones quienes son encargados de captar estos estímulos ya sea en el día o en la noche respectivamente.

Como siguiente estructura a ser estudiada desde fuera hacia dentro esta la córnea que por muchos autores es llamada una continuación de la esclera pero transparente, cuyo radio es menor que el de ella.

Es un segmento de esfera que es lo que le brinda una apariencia sobresaliente, se distingue en ella dos caras, una cara anterior de forma convexa que está en contacto con el exterior y una cara posterior de forma cóncava que está en contacto con un

fluido llamado humor acuoso. Es un casquete de esfera transparente debido al arreglo uniforme de sus lamelas de colágeno. Mide aproximadamente de 12.5 a 11.5 mm de diámetro, con un espesor central de 0.52 mm que periféricamente aumenta a 0.65 mm. El tercio central se denomina zona óptica, el cual es casi esférico con un radio de curvatura promedio de 43 dioptrías lo que representa el 70% del poder refractivo del ojo (Loayza, 2019).

Es decir que este medio refringente del ojo es una estructura conformada por lamelas de colágeno dispuestas en un orden el cual permite que esta superficie sea totalmente lisa y que sus meridianos son diferentes en tamaño en donde el horizontal es mayor que el vertical y como ya se mencionó con anterioridad represente casi tres cuartas partes del poder total refractivo del ojo.

“Sus diámetros son de 12 mm en el sentido horizontal y de 11 mm en el meridiano vertical. El espesor varía, a nivel central es más delgada, alrededor de 520 micras (0.52 mm), y cerca de 1mm adyacente a la esclera.” (Lavado, 2019).

Esto es correspondiente a la anatomía macroscópica de la córnea, pero como toda estructura también cuenta con partes que la conforman, pero a nivel microscópico. En esta sección se observan con la ayuda de un microscopio cinco capas: el epitelio, la membrana de Bowman, estroma, la membrana de Descemet y el endotelio. Se estudiará cada una de estas capas y sus funciones. Y que en cada una de ellas se puede observar estructuras aún más pequeñas.

La capa más externa, se compone de cinco capas de células no queratinizadas. La más superficial presenta microvellosidades. Las células epiteliales se interdigitan y adhieren firmemente una a la otra mediante desmosomas; esta firme adherencia celular epiteliales restringe el pasaje de líquido a través de esta capa. Tiene una gran capacidad regenerativa. Expresa que esta es la primera capa de la córnea con sentido anterior hacia el posterior, esta membrana esta compactada por células epiteliales que no permiten el ingreso ni tampoco la salida de fluidos a través de ella y que si es lastimada o sufre algún tipo de accidente en el que esta capa se vea comprometida su integridad, se regenerara por un desplazamiento celular (Lavado, 2019).

En cuanto a su fisiología cumple varias funciones como es la óptica que brinda transparencia y forma parte del poder refractivo, brinda protección en contra de

agentes extraños o golpes, estabiliza y unifica la lagrima en toda su extensión, funciona también como una barrera ante los microorganismos.

“Sólo se conocen 5 microorganismos que pueden traspasar el epitelio intacto: *Pseudomonaaeruginosa*, *Streptococcuspneumoniae*, *Neisseriagonorrhoeae*, *Haemophilusinfluenzae* y *Corynebacteriumsp*” (Villa & Santodomingo, 2019).

Estos cinco microorganismos son los únicos que probablemente pueden atravesar el epitelio corneal, a diferencia del resto que presumiblemente no lo pueden hacer por la compactación de sus células no queranizadas. Las células que no son queranizadas aun cuando están expuestas al medio ambiente no pierden su humectación y también están ayudadas por la lágrima a diferencia de las células queranizadas que si pierden su humectación.

La siguiente capa de la córnea a estudiar es la membrana de Bowman que a nivel microscópico es la segunda si iniciamos desde afuera hacia adentro.

La membrana de Bowman es una capa de tejido transparente de aproximadamente 17 micras. Se trata de una capa acelular hallada sólo en primates. Al microscopio electrónico parece estar constituida por fibrillas uniformes de colágeno tipo I. Está adherida a la membrana basal epitelial por medio de fibras de colágeno tipo VII. Tiene otras estructuras o proteínas que contribuyen a la compleja adherencia al epitelio, incluyendo fibronectina. Esta capa no puede regenerarse (Villa & Santodomingo, 2019).

Según el autor esta capa es acelular es decir que no está conformada por células que solo se presentan en las personas y en animales como los chimpancés o gorilas que son pertenecientes al orden de los primates. Pero su constitución se explica que está conformado por colágeno tipo I que es una compasión de microfibrillas de proteínas que son resistentes al estiramiento, pero no tienen la habilidad de regenerarse, es decir que si un traumatismo o cuerpo extraño llegase a tocar esta estructura no va a poder regenerar manteniendo una lesión permanente. Su función es la de ayudar a la transmisión de estímulos luminosos para ser refractados y a su moldeamiento.

El estroma corneal es la estructura que volumen a la córnea, su espesor esta dado mayoritariamente por ella, se encuentra como tercera capa siguiendo el orden de observación bajo el microscopio siendo la de mayor entre todas ellas. Esta capa como

las demás es propensa a sufrir diferentes tipos de patologías como sucede en general en todo componente que conforma al cuerpo humano.

El estroma o sustancia propia constituye el 90% del espesor corneal. Tiene un grosor aproximado de 500 micras y está formado por fibras de colágeno, queratocitos y matriz. El colágeno es fundamentalmente de tipo I. El tipo II se encuentra en la córnea embrionaria y los tipos V y VI se encuentran en pequeñas cantidades. El colágeno estromal está altamente organizado formando lámelas en red. Las fibras de colágeno en cada lámela corren paralelas unas a otras y van de limbo a limbo (Villa & Santodomingo, 2019).

En el estroma corneal también existe un estroma iridano, ocupa casi en su totalidad todo el espesor de la córnea conformado por varios tipos de colágeno, fundamentalmente por el tipo I y por otros tipos de colágeno que están presentes desde la etapa embrionaria como es el tipo III, cabe aclarar que la célula fundamental en esta densa capa es el queratocito que como principal también es la de regenerar o cicatrizar lesiones como es la cirugía refractiva. El estroma corneal mantiene sus fibras de colágeno dispuestas uniformemente y perpendicular a la superficie de la córnea.

Para continuar con la anatomía de la córnea se presenta como cuarta capa la membrana de Descemet, que al igual que el estroma es acelular y constituida principalmente por fibras colágenas. Sobre esta membrana descansa el endotelio corneal; tiene un grosor de 10-15 micras y está formada por las células endoteliales que aumentan progresivamente de grosor durante toda la vida. La membrana de descemet puede permanecer intacta en casos de ulceración corneal grave y forma un descematocele tras la destrucción del epitelio y el estroma. Este hecho demuestra que la membrana es muy resistente a la acción de las enzimas proteolíticas (Boyd, 2019). La membrana de Descemet está delimitada por el estroma y el endotelio, que si bien es cierto se afirma que es una capa acelular esta cuenta con células que migran desde el endotelio pero que no son propias de ella sufriendo un crecimiento lento pero constante durante toda la vida. Además, a este si ella sufre algún tipo de daño existen técnicas de cirugía que permiten reemplazar únicamente este componente de la córnea. La condición mencionada como descematocele es una profusión que viene dada como erosión del estroma.

Para finalizar con el análisis del estudio de la córnea se encuentra como última capa al endotelio corneal que es la estructura que entra en contacto ya con otro componente del globo ocular que es el humor acuoso que será objeto de estudio en la siguiente sección.

El endotelio corneal es una monocapa de células poligonales (la mayoría hexagonales) que están dispuestas de forma irregular. El diámetro promedio de las células endoteliales es de 20 micras y un grosor de alrededor de 4 a 6 micras este tejido regula la hidratación y nutrición por inhibición de la córnea. A diferencia de las estructuras que se estudiaron con antelación esta membrana cuenta con células propias pero que tampoco cuenta con la capacidad de regenerarse por sí misma como lo hace el epitelio, sus células en forma de hexágono conforme avanza el tiempo y el ser humano empieza a envejecer pierden su forma trayendo como consecuencia la pérdida de su forma haciéndose circulares a esta anomalía se llama polimorfismo, también va disminuyendo el número total de células haciendo que se generen espacios intercelulares, por conducta del cuerpo humano estas células agrandan su tamaño para cubrir dichos espacios a esta anomalía se le llama polimegatismo. La función principal de esta membrana es la de regular el ingreso de fluidos que principalmente es el humor acuoso proveniente de la cámara anterior hacia las demás capas que conforman la córnea (Boyd, 2019).

La transmisibilidad que mayoritariamente la realiza la córnea como precisa el autor es una de sus funciones, para que esto ocurra cada una de las capas tiene que estar en perfecto estado anatómico y fisiológico, de no ser así la transmisibilidad de la luz hacia el interior del ojo se verá comprometida induciendo problemas refractivos. Y como segunda función es la de brindar protección a los componentes que se encuentran por detrás, las estructuras intraoculares como son el humor acuso y vitro deben ser muy bien protegidos ya que son fluidos que pueden ser alterados si son invadidos por algún cuerpo extraño y no son solo estos sino en general todos los aparatos deben estar en protección que es lo que brinda la córnea.

Hasta ahora se han estudiado estructuras compactas, estructuras que están formadas en un cuerpo sólido, el siguiente componente que se describe a continuación es de composición líquida, el Humor Acuoso. Es un fluido que está situado en la cámara anterior, a su vez dicha cámara está delimitada en su posterior por la cara anterior del

iris conjuntamente con el cristalino y por su parte anterior por la cara posterior de la córnea.

El humor acuoso es una solución incolora que circula de manera continua desde la cámara posterior del ojo a la cámara anterior. Tiene una fisiología compleja, que regula su composición y su dinámica.

De la misma manera en la que explica el autor, esta solución es la que está encargada en su mayoría de regular la presión intraocular, así como la de mantener el intercambio de nutrientes con las superficies en las que se encuentra en contacto manteniendo su propia transparencia, ya que este componente es el segundo medio refringente después de la córnea ayudando a la transmisibilidad de los rayos incidentes de luz. Por su compleja dinámica es necesario estudiar su proveniencia y que aparato anatómico está encargado de producirlo.

La formación del humor acuoso tiene lugar en los procesos ciliares, que en número de 70 u 80 se encuentran en la porción anterior del cuerpo ciliar o pars plicata. Están formados de una densa red capilar, un estroma conectivo y una doble barrera epitelial que los separa de la cámara posterior

Entonces este fluido tiene su lugar de procedencia en los procesos ciliares que son pequeñas porciones dispuestas meridionalmente de forma circular debido a que el ojo mantiene esta forma, aproximadamente setenta hasta ochenta son las pequeñas proyecciones encargadas de distribuir el humor acuoso para la cámara posterior que luego emigrara hacia la cámara anterior. Para su evacuación cuenta con dos vías.

El abandono de este líquido es a través de dos vías, una vía convencional y otra vía llamada uveoescleral. La vía convencional está encargada de despedir este fluido por medio de conductos recolectores que dirigen su contenido hacia los vasos sanguíneos que irrigan la esclera y epiesclera, pero para que el humor acuoso llegue a ser expulsado debe pasar por varias capas como es la malla trabecular que está conformado por una red uveoescleral, corneoescleral y cribiforme, toda esta anatomía posibilita ya que es de carácter esponjoso.

La vía de expulsión del humor acuoso es la que facilita un veinte por ciento de la expulsión total debido a que existe un espacio entre la musculo ciliar y la cámara

anterior haciendo que salga un quince por ciento más dando aproximadamente una totalidad de una cincuenta por ciento tomando responsabilidad por sobre la presión intraocular y su control. Posterior a este estudio viene el del siguiente medio refringente y quizá el de más atención en esta exposición ya que en este radica la acomodación que será descrita más adelante conjuntamente con sus variaciones y anomalía.

El cristalino es una estructura perteneciente al globo ocular, con una apariencia de una lente biconvexa que cumple funciones al igual que el resto de los componentes anteriormente estudiados como son la transmisibilidad de los rayos luminosos provenientes del exterior para llegar a la retina, así como la de realizar una tarea muy importante dentro del sistema visual como es la acomodación que es el objetivo de estudio.

“El cristalino está suspendido por la zónula, detrás del iris constituyendo el límite posterior de la cámara posterior y el límite anterior de la cámara vítrea. Su aspecto normal es una estructura transparente, biconvexa, de un color gris claro” (Galvis , Tello , & Carreño, 2018).

Entonces como explica el autor el cristalino es una lente natural con la que cuenta el ser humano para poder completar el sistema de visión, anatómicamente dentro del ojo se halla ubicado en contacto con la cara posterior del iris en lo que corresponde con su cara anterior, y por su cara posterior está en contacto por el humor vítreo que además es una de las fuentes de nutrición, tiene una coloración que al ser intercedido por una luz da la apariencia de un color grisáceo semitransparente, este se mantiene centrado por detrás de la pupila con el apoyo de las pequeñas fibras zonulares quienes ayudan a cambiar la forma del cristalino.

“Está envuelto completamente por una cápsula de 10 a 15 micras de espesor en su cara anterior y de unas 5 micras en su cara posterior. Por debajo de la cara anterior de la cápsula presenta células epiteliales nucleadas con actividad mitótica.” (Perea, 2017).

Describiéndolo de otra manera es lente de apariencia biconvexa está envuelta en toda su extensión por una pequeña membrana llamada capsula una anterior y otra

posterior, dentro de esta capsula están pequeñas células que cuentan solo con un núcleo que a la posteridad se alargaran para formar fibras que a su vez están constituirán al cristalino. Cabe mencionar que esta lente al momento de nacer cuenta un peso aproximado de noventa miligramos, este peso ira aumentando gradualmente hasta el punto de la adultez en donde bordeara los doscientos miligramos. Para generalizar la anatomía el cristalino cuenta con una capsula, un epitelio, una corteza y un núcleo con células no nucleadas que pasaran a formar parte del núcleo y la corteza.

Con dimensiones aproximadas de, un diámetro de la cara anterior de nueve a diez milímetros, un diámetro de su cara posterior de cuatro milímetros, además con radios de curvatura de diez milímetros y seis milímetros en las porciones anterior y posterior respectivamente y como toda estructura dentro del cuerpo humano cumple con funciones específicas el cristalino no va a ser la excepción.

El cristalino tiene dos funciones fundamentales. Por un lado, aporta poder convergente al ojo, para enfocar las imágenes en la mácula y por otro lado, por su tendencia a abombarse cuando no está tensionado por la zónula, permite el fenómeno de la acomodación (Galvis , Tello , & Carreño, 2018)

Lo que explica el autor en lo que respecta a las funciones del cristalino son la de brindar transparencia y la adoptar formas llamada acomodación. En lo que tiene que ver como medio refringente del ojo es que esta lente ayuda a que la luz llegue a la retina sin ningún tipo de problema además que aporta el poder refractivo de 18 a 20 dioptrías del total de 64, siendo el segundo medio refringente más importante. En la acomodación quiere decir que el cristalino con la ayuda del musculo ciliar y las zonulas cambia su forma abombándose o aplanándose para permitir el enfoque de objetos que se hallen a una corta distancia o una lejana respectivamente. La acomodación es de vital importancia en el ojo ya que permite ver con nitidez los objetos, si se halla algún tipo de alteración en este sistema y es detectado a tiempo se lo puede tratar con la conducta precisa. Por tal motivo este sistema será estudiado con detenimiento ya que es el objeto de estudio principal.

La acomodación es la capacidad del ojo para variar su poder refractivo con el fin de obtener una imagen en la retina lo más nítida posible de los objetos de los que

deseamos tener información visual y que pueden estar situados a diferentes distancias. La acomodación no es simplemente la habilidad de ver nítidamente objetos cercanos con la mejor corrección de lejos, el término acomodación hace referencia a un cambio dióptrico dinámico y activo del poder refractivo del ojo. Dentro de la acomodación debemos de diferenciar entre dos tipos: la fásica y la pseudofásica, la primera indica un aumento en el poder dióptrico del ojo que permite enfocar objetos cercanos gracias a la modificación de su cristalino, la pseudofásica se origina cuando, al contraerse el músculo ciliar se produce una alteración de la lente intraocular con un desplazamiento anteroposterior de la misma o una separación de los componentes ópticos que la forman, aumentando el poder dióptrico del ojo (Montes-Mico, 2017).

En el proceso de acomodación actúan diferentes estructuras:

- **Cristalino:** está situado detrás del iris, con su cara posterior encajada en el cuerpo vítreo. No tiene aporte sanguíneo ni inervación, crece en peso y tamaño ya que no pierde células. Tiene dos tercios de agua y un tercio de proteínas, el papel fundamental es enfocar la luz en la retina. Este debe estar totalmente transparente para que no imposibilite el paso de luz y exista una buena visión. Las regiones morfológicas son: capsula acelular, epitelio del cristalino (solamente anterior), células fibrosas de la corteza externa (anterior y posterior), zona nuclear interna o región nuclear, además tiene los ligamentos suspensorios o zonula. La zonula es un sistema de fibras que van del cuerpo ciliar al cristalino, de esta forma mantiene al cristalino en su posición y le transmite la contracción del músculo ciliar (Pastor, 2012).
- **Cuerpo ciliar:** En su parte anterior se encuentra el iris, y en su parte posterior la ora serrata que corresponde a la transición de la retina visual y la ciega. Se distinguen dos estructuras: Pars plicata, en ella podemos diferenciar: el músculo ciliar con fibras de músculo liso con disposición longitudinal, radial y circular con inervación parasimpática. Su contracción reduce la tensión de las fibras zonulares, abombando el cristalino, y por lo tanto aumentando el poder de convergencia 3 dioptrías posibilitando la visión cercana. Los procesos ciliares: crestas longitudinales provenientes del músculo ciliar, interviene en varias funciones que son: acomodación del cristalino: esto es porque a partir de estas crestas se extienden las fibras zonulares las cuales se insertan en el cristalino manteniéndolo en su posición anatómica. El conjunto de todas estas fibras recibe el nombre de ligamento suspensorio del cristalino. Producción del humor acuoso, y de componentes (mucopolisacáridos) del humor vítreo.

- Pars plana: entre la pars plicata y la ora serrata (Facultad de Medicina Universidad de Zaragoza, 2016).
- Cámara anterior es un espacio comprendido entre la córnea por su parte anterior y el iris en su parte posterior, está ocupada por humor acuoso que constituye en segundo medio refringente por donde debe atravesar la luz, producido por la filtración de la sangre en el epitelio del cuerpo ciliar; se encarga de proporcionar metabolitos como glucosa a los diferentes tejidos que delimitan el compartimiento anterior del ojo. El humor acuoso no tiene un efecto significativo sobre la modificación de la dirección de la luz. En toda su periferia la cámara anterior está delimitada por el limbo esclerocorneal (Mora, Bernal, & Panesco, 2016).

Cuando se produce la respuesta acomodativa, anatómicamente se generan una serie de modificaciones, las pupilas se contraen por acción del músculo esfínter que actúa como una diafragma que regula el paso de luz hacia la retina, en cuanto a la profundidad de la cámara anterior en su parte central se ve reducida, mientras que en la periferia aumenta, el cristalino es la estructura que presenta mayor número de modificaciones, su cara anterior aumenta su curvatura, aumenta su índice de refracción ya que las fibras se desplazan a lo que se le conoce como mecanismo intracapsular de la acomodación, el cristalino posee una ondulaciones en sus bordes que se pierden durante el proceso de acomodación, además que este se desplaza por acción de la gravedad y rota alrededor de un eje vertical; dependiendo del enfoque ya sea para visión lejana o visión próxima estructuras como el músculo ciliar, la zonula y los procesos ciliares adoptan diferentes modificaciones, por ejemplo en visión próxima el músculo ciliar y las zonulas se contraen no así en visión lejana en donde este se relaja, el cristalino para enfoque de visión cercana adopta una forma esferoidal, mientras que para visión lejana el cristalino se aplanan, disminuyendo su poder refractor.

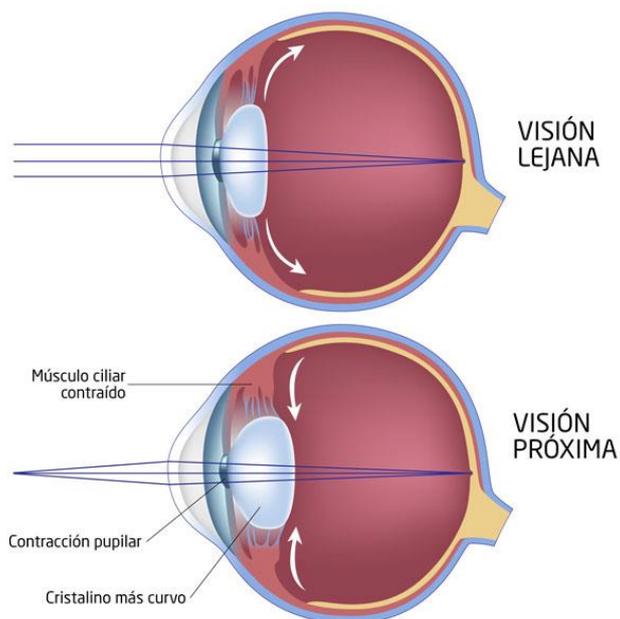


Figura 3. Mecanismo de acomodación.

Fuente: (Clínica Rahhal, 2016).

A lo largo de la historia se comenzaron a contemplar teorías que avalen el proceso de la acomodación, el primero en describir el proceso de acomodación es Rene Descartes, atribuyéndola a cambios en la forma del cristalino mediante un aumento de su curvatura producido por las fibras que lo suspenden para poder así discernir objetos cercanos. No obstante, no hubo un soporte experimental de esta teoría hasta que, en 1801 Young, tras realizar varios experimentos clave, y más tarde en 1853, Cramer mediante la observación de la minimización de las imágenes de Purkinje reflejadas en la superficie de la cara anterior del cristalino, validaron esta hipótesis. Cramer formuló que la contracción del músculo ciliar y el iris era lo que provocaba el cambio de curvatura del cristalino. Pero no fue hasta la llegada de Helmholtz, quien, utilizando también las imágenes de Purkinje, describió experimentalmente y fundamentó matemáticamente el papel que desempeña la zónula en la acomodación. Helmholtz indicó que la contracción del músculo ciliar produce una relajación de la zónula, lo que le permite al cristalino aumentar su curvatura, disminuir su diámetro ecuatorial y aumentar su grosor. De manera contraria, Tscherning en 1895 se opuso a la teoría de Helmholtz proponiendo que la contracción del músculo ciliar causaba un incremento de la tensión zonular, empujando el córtex blando contra el núcleo duro del cristalino, cambiando así su forma, pero no su grosor. En 1909 Tscherning describió una segunda teoría en la que admitía un aumento en el grosor del cristalino.

Gullstrand a principios de 1900, amplió la teoría de Helmholtz introduciendo el papel elástico de la coroides, que replegaría el musculo ciliar hacia atrás y centrífugamente durante la relajación de este. Cinco años más tarde en 1937, Fincham introdujo el papel de la elasticidad de la cápsula en la acomodación, demostrando que la zónula era un tejido elástico y que el grosor del cristalino aumenta más de lo que se reduce la cámara anterior, describiendo así un movimiento hacia atrás de la capsula posterior. El autor describe que, con la acomodación, tanto el córtex como el núcleo cambian la curvatura en una magnitud similar, en contra de lo descrito por Tscherning. También concluyo que la capsula se mantiene bajo tensión en un estado de reposo acomodativo, y que esta tensión desaparece con la acomodación. Así mismo sostuvo que la acomodación es debida a un moldeamiento de la capsula sobre la sustancia plástica del cristalino.

Por ello, Fincham reitera la teoría de Helmholtz aunque añade el papel del amoldamiento de la capsula en la sustancia del cristalino, postulando que la presbicia podría ser debida a una pérdida de la plasticidad de la sustancia del cristalino o a una pérdida de la elasticidad de la capsula. En 1970, Coleman propone una nueva teoría denominada de suspensión hidráulica, en la que describe el vítreo como responsable de unos cambios en cadena que comienzan en la superficie posterior del cristalino y que acaban en un cambio en la curvatura de la superficie anterior del mismo (Montes-Mico, 2017).

La teoría de Helmholtz, considerado por muchos como el padre de la óptica fisiológica, fue quien llevo a cabo la primera explicación razonable y precisa del proceso acomodativo. Según Helmholtz, en estado de reposo, las tensiones en la zónula insertadas en el ecuador del cristalino lo mantienen aplanado, por lo tanto, en estado no acomodativo. Considerando que las fibras zonulares se extienden desde los procesos ciliares hasta su inserción en la zona ecuatorial de la capsula del cristalino, cuando el musculo ciliar se contrae en un esfuerzo acomodativo, este sufre una redistribución centrípeta de su centro de gravedad, desplazando al ápex anterointerno del cuerpo ciliar hacia el ecuador del cristalino para relajar la tensión de las fibras zonulares. Cuando las fibras zonulares se relajan, disminuye el diámetro ecuatorial del cristalino incrementando su grosor lo que permite que sus superficies anterior y posterior aumenten su curvatura. Helmholtz, mediante la observación de la disminución de la tercera imagen de Purkinje sobre la cara anterior del cristalino, describió también que la superficie anterior de este se desplaza hacia adelante y que

su curvatura se incrementa. De igual modo, observo una disminución de la imagen de Purkinje generada por la cara posterior del cristalino, lo que le llevo a concluir que dicha superficie aumentaba ligeramente su curvatura. De estas observaciones intuyo que el grosor del cristalino aumentaba aproximadamente 0.05mm al acomodar, porque suponiendo que su volumen permanece constante durante la acomodación debía existir una disminución del diámetro ecuatorial. Observo también que la forma del cristalino cambiaba y aumentaba de espesor cuando se cortaba la zónula, aunque no consiguió explicar el cambio de la forma del cristalino con la relajación zonular. No obstante, de todas las anteriores observaciones concluyo que el musculo ciliar era el responsable de la acomodación, apreciando que este actuaba como un esfínter en conjunto con las fibras meridionales y radiales.

Helmholtz, finalmente, propuso una explicación detallada de como ocurre el mecanismo de la acomodación, pero sin describir como acomoda el cristalino, sin mencionar el papel de la capsula, de las fibras zonulares posteriores o de la elasticidad del anclaje posterior del musculo ciliar en la coroides. Se sabe que estos factores hoy en día desempeñan un papel importante en el mecanismo de la acomodación (Montes-Mico, 2017).

Además de la variación de la potencia dióptrica del ojo durante la acomodación, se producen dos cambios fisiológicos más: una convergencia ocular o una convergencia acomodativa, y una miosis pupilar, denominada miosis acomodativa. Si bien a veces la miosis pupilar y la convergencia no acompañan al cambio dióptrico del ojo en la misma cuantía generalmente actúan en concordancia con ella pues están inervados por el mismo nervio: el III par craneal o nervio craneal. Existe, por tanto, una interrelación entre los tres mecanismos fisiológicos denominada triada de la acomodación o triada acomodativa, y la acción asociada a los tres mecanismos se conoce como sincinesia. La convergencia es una acción refleja que se pone en juego para evitar la diplopía. Al mirar un objeto lejano los ojos se dirigen rectos hacia adelante, para que los rayos de luz que puedan considerarse paralelos puedan llegar a ambas maculas; pero al mirar un objeto próximo los ojos tienen que girar hacia adentro para que sus ejes visuales se dirijan hacia él. Cuanto más cerca este el objeto, mayor será la convergencia y, al mismo tiempo, mayor la acomodación; a esta facción de la convergencia se la denomina convergencia acomodativa.

“La miosis acomodativa provoca un aumento de la profundidad de foco, lo que provee de una ayuda extra para la calidad visual en distancias próximas y, además, aumenta hasta cierto punto la agudeza visual.” (Montes-Mico, 2017).

Existen cuatro componentes de la acomodación: la acomodación refleja, la vergencial, la proximal y la tónica. La acomodación refleja es ajuste automático del estado refractivo con el fin de mantener y obtener una imagen nítida y enfocada en la retina es respuesta a una señal de emborronamiento. Esto ocurre para cantidades relativamente pequeñas de emborronamiento hasta dos dioptrías aproximadamente; más allá de esta cantidad ya es necesario un esfuerzo acomodativo voluntario. Pequeños movimientos oculares de escaneo o microsacádicos ayudan en el proceso, posiblemente produciéndose múltiples gradientes de en la luminancia de la imagen en la retina sobre la fóvea a partir de las cuales la información del desenfoque puede ser extraída. La acomodación refleja es, probablemente, la componente de la acomodación más importante tanto en condiciones monoculares como binoculares. La acomodación vergencial es la inducida por la unión y la acción de la disparidad fusional vergencial, es decir por la relación entre la acomodación y la convergencia. Esto ocasiona la ratio de acomodación de convergencia por unidad de convergencia. La acomodación vergencial es probablemente la segunda componente más importante de la acomodación. El valor aproximado de individuos jóvenes es de aproximadamente 0,4D por ángulo métrico de convergencia. La acomodación próxima es la que se produce por influencia o el conocimiento de la proximidad real o aparente de un objeto. Se estimula por objetos localizados dentro de los 3 m próximos al individuo, de ahí su nombre.

La acomodación tónica es la que se manifiesta en ausencia de emborronamiento, disparidad o proximidad de objetos. No hay, por tanto, ningún estímulo visual a diferencia de las tres anteriores para activar esta acomodación. El valor que se obtiene de la medida de esta acomodación en adultos jóvenes es de aproximadamente 1D, con un rango comprendido entre 0 y 2D. No obstante, se reduce con la edad debido a los límites biomecánicos del cristalino (Montes-Mico, 2017).

El acto de la acomodación da lugar a 3 respuestas fisiológicas: la pupila se contrae, los ojos muestran una convergencia y una respuesta acomodativa. El conjunto de estas tres respuestas se denomina: triada de la acomodación o reflejo de cercanía, va dirigida a formar una imagen única y nítida. Esto se da porque comparten inervación,

los tres están manejados por el parasimpático y hacen que haya relajación y están inervados por el tercer par craneal. Cuando se estimuló el motor ocular común actúa la acomodación, esfínter y se crea miosis y se da una visión nítida (Portillo, 2017).

Las disfunciones acomodativas, son trastornos visuales que pueden afectar a la binocularidad y al rendimiento visual del sujeto, especialmente en tareas que requieran la visión cercana. Ocurren cuando el sistema visual es incapaz de tener una adecuada respuesta acomodativa. Como consecuencia del esfuerzo en visión próxima de forma prolongada, el sistema visual puede sufrir una pérdida de eficacia que dificulte su actividad normal, se las clasifica según la híper o hipofunción de la acomodación.

La fatiga acomodativa debido a un error refractivo: la mayoría de los problemas acomodativos infantiles se deben a la falta de pequeñas correcciones ópticas. Es conocido por todos que un individuo emétrope para trabajar a 40 cm ha de poner en juego 2.5 D de acomodación para ver nítido. En condiciones normales no hay problemas. Si es hipermétrope, por ejemplo, de +2.00 D debe acomodar 4.5 D a 40 cm para ver nítido. Por lo tanto, el esfuerzo deberá ser excesivo y si la tarea de cerca es prolongada, presentara problemas astenópicos.

Los astigmatismos de pequeña cuantía a menudo producen problemas astenopicos debidos a que la acomodación oscila. La simple corrección de pequeños astigmatismos o errores anisometropicos suelen obtener una respuesta acomodativa más estable y la eliminación de los síntomas. Los miopes sin embargo salvan los problemas acomodativos retirando las gafas si la miopía no es muy alta ya que al trabajar de cerca con su gafa se crea una fatiga acomodativa (López, 2005).

La insuficiencia de acomodación es la condición por la que el paciente tiene dificultad para estimular la acomodación. La característica principal es la reducción de la amplitud de acomodación por debajo de 2 D respecto de la norma para su edad. Un niño presenta IA cuando la habilidad acomodativa es constante pero pobre cantidad de la amplitud de acomodación es baja. Hasta ahora era poco frecuente en niños, pero últimamente, como utilizan la visión próxima durante largos periodos de tiempo (por ejemplo, en el ordenador y el móvil) ha aumentado su frecuencia.

Causas:

- De origen lenticular por esclerosis del cristalino. En esencia, es una pequeña presbiopía y solo afecta a la acomodación física.
- Debilidad del musculo ciliar. Es la más frecuente en el caso de niño; su etiología abarca todas las causas de fatiga muscular y a menudo va acompañado de debilidad general coincidiendo con un empleo excesivo de los ojos especialmente para trabajos de cerca en circunstancias desfavorables.

Los ambliopes tienen a menudo una insuficiencia acomodativa clásica. Hay una reducción en la amplitud y un reducido control de la acomodación. Un tratamiento de ortóptica (oclusión) sin terapia acomodativa mejora la agudeza visual pero no la función acomodativa. Si hacemos terapia en el ojo ambliope, la amplitud acomodativa y la flexibilidad mejoran considerablemente. Dentro de los síntomas que presenta un paciente con insuficiencia de acomodación están: dolor de cabeza, lagrimeo, visión borrosa, fotofobia ocasional, tensión el cuello, irritabilidad, fatiga general. Sensación de quemazón después de trabajar por tiempo prolongado de cerca, falta de atención, concentración al leer reducida y dificultad para pasar de lejos a cerca. En la consulta los signos que nos ayudan a su diagnóstico son: la amplitud de acomodación (AA) es baja con respecto a la esperada a su edad (menor a 2D norma). La amplitud relativa positiva (ARP) es baja. Admite más positivos que negativos. PA: alta (acepta positivos). El retraso acomodativo (lag) es alto; esto es, ante un estímulo acomodativo tiene una menor respuesta. La flexibilidad acomodativa (FA) falla con lentes negativos, tanto en monocular como en binocular. Al evaluar las pupilas estas pueden ser más mióticas de lo normal debido al continuo esfuerzo realizado. Al realizar la retinoscopia normalmente nos encontramos con una hipermetropía latente o no corregida y una respuesta más baja de lo esperado hacia un estímulo.

La insuficiencia de acomodación puede ir asociado a algún problema binocular: grado bajo de endoforia o pseudoinsuficiencia de convergencia. Si va asociado a una endoforia se debe a que, al tratar de compensar el problema acomodativo estimula la convergencia acomodativa. Los valores de la vergencia serán normales. Notaremos que los valores de recobro de la vergencia fusional positiva (VFP) si esa convergencia es tensional y está compensando algo. Si va relacionado a una pseudoinsuficiencia de convergencia al tener dificultad para acomodar hipoacomoda respecto al estímulo. Como resultado, existe menor convergencia acomodativa; la exoforia medida es

mayor y se aumenta la demanda en la convergencia fusional positiva. El valor del punto próximo de convergencia (PPC) estará alejado.

No se presenta diagnóstico diferencial porque es una anomalía funcional, en la que la historia del caso se descarta si es orgánica o funcional. Si al hacer la terapia visual no mejoran los síntomas ni los datos clínicos, cuando se trata de insuficiencia de acomodación (IA) creyendo que tiene base funcional, considera la etiología de la condición.

La acomodación mal sostenida es una insuficiencia acomodativa leve. El margen o amplitud de acomodación es normal, pero cualquier intento de utilizar los ojos para cerca durante un tiempo debilita el poder de acomodación. El punto próximo retrocede paulatinamente y la visión de cerca se hace borrosa. Suele ser normal en un inicio de convergencia que pasen por esta fase, en general, se caracteriza por una disminución de las capacidades acomodativas según se va realizando las pruebas repetidas veces, manifiesta una incapacidad de mantener una respuesta acomodativa. Los principales síntomas que el paciente va a referir son visión borrosa tras un trabajo de cerca, cefaleas, fatiga en general y ocular al final del día, dificultad de concentración y atención al leer, lagrimeo, fotofobia y sensación de escozor. Los signos más significativos que se van a encontrar son: amplitud de acomodación (AA) normal a la primera vez que se mide, la amplitud de acomodación disminuye al medirla de 5 a 10 veces. La amplitud relativa positiva y la amplitud relativa negativa (ARP & ARN) son anormales, siendo ARP menor ARN. La flexibilidad de acomodación (FA) falla con lentes negativas a medida que se realiza el test.

La parálisis de acomodación presenta una total incapacidad de producir acomodación, relacionado con las siguientes causas: Anomalías congénitas, traumas, diabetes, envenenamiento por alimento, agentes ciclopléjicos, infecciones, toxicidad, condiciones degenerativas del cerebro, glaucoma, puede ser unilateral o bilateral, puede encontrarse como un hecho único indicando una complicación neurológica o muscular. Clínicamente el paciente tiene como síntomas, gran borrosidad en visión próxima y también experimenta un gran esfuerzo acomodativo que lleva a la micropsia. Los signos que se pueden visualizar dentro de la evaluación es una pupila midriática. La parálisis de la acomodación puede desencadenar una acomodación

desigual en la cual la amplitud de acomodación es diferente entre ambos ojos de 2.00 D, y va a presentar los mismos síntomas que la insuficiencia de acomodación.

El exceso de acomodación es la incapacidad para relajar la acomodación, específicamente tras estímulos continuos y sostenidos. Dependiendo de la cuantía manifiesta es un aumento del tono del musculo ciliar en los casos leves, hasta alcanzare un espasmo en casos graves. La causa más probable es un exceso de adaptación de acomodación tónica. Conforme esta esta va aumentando, con el mantenimiento de la visión próxima, dando lugar a un posible exceso acomodativo, la acomodación refleja irá disminuyendo y, por lo tanto, se minimiza la relación acomodación-convergencia (falseada ya que el AC/A es invariable) quedando desplazada con respecto a su norma. El exceso de acomodación (EA) puede estar asociado a pseudomiopía. La definición de exceso de acomodación incluye la pseudomiopía como uno de los signos variables del exceso de acomodación. La sobre estimulación parasimpática puede dar una pseudomiopía, siendo confundida con una miopía y ser el escalón inicial a esta. La causa funcional se debe a una excesiva estimulación del sistema acomodativo. Son niños en los que la visión de lejos puede mejorar con lentes negativas, aunque, a veces, ocurre que no se consigue una agudeza visual del 100%, ya que los lentes compensados pueden estimular más acomodación. Se encuentra con cierta frecuencia en hipermétropes y miopes, pero se debe tomar como una adaptación para conseguir ver las cosas más claras en hipermétropes y en aquellos miopes que acostumbran a hacer prolongados trabajos o juegos de cerca. El proceso comprende la producción d una miopía artificial que varía de un momento a otro de forma extraña. El hipermetrope se vuelve miope y este último lo será más.

En el exceso de acomodación el paciente referirá síntomas como astenopia en visión cercana, o distancia de trabajo corta, emborronamientos periódicos de lejos, cefaleas especialmente tras trabajo visual de cerca sostenido, diplopía ocasional en lejos, ocasionales molestias gastrointestinales producidas por la excesiva inervación parasimpática, dificultad para pasar de cerca de lejos. Los signos evidenciados dentro de la consulta serán una agudeza visual de lejos reducida o variable, la amplitud de acomodación es más alta de lo que le corresponde según la edad que debe ser como mínimo 2.00 D por encima de la norma. Al realizar la refracción objetiva y subjetiva los resultados serán variables, valores retinoscopicos de lejos as cóncavos de lo

esperado según la agudeza visual bruta. PA: es baja. En cilindros cruzados fusionados no acepta positivos. En retinoscopía dinámica se apreciara una sobre acomodación con un retraso acomodativo muy corto (lag) o neutro, incluso pudiendo llegar negativos (proyección cóncava, LEAD), la flexibilidad acomodativa fallara en positivos monocular y binocular no pudiendo aclararlos, la acomodación relativa negativa es la pequeña que la positiva, por tanto acepta más negativos que positivos, el punto próximo de convergencia va a ser muy corto, las pupilas pueden estar más mióticas de lo normal debido al exceso de acomodación.

El exceso de acomodación puede estar acompañado de alteraciones vergenciales como las endoóexoforias en visión cercana. Si el problema acomodativo es primario, el niño sobre acomoda en función del estímulo dando lugar a una excesiva convergencia acomodativa y una endoforia en cerca. Si la disfunción primaria es una insuficiencia, el exceso de acomodación es secundario. Muchos niños con IC usan la convergencia acomodativa para suplementar la inadecuada vergencia fusional positiva. El continuo uso de la excesiva convergencia acomodativa produce exceso de acomodación.

El espasmo acomodativo es un exceso de acomodación que se escapa del control del paciente. Suele rondar las 10 D o más. No suele ser muy común, suele ser intermitente y empeora si el trabajo de cerca. Solo podemos tratar con terapia los espasmos fluctúan sin ser personas diabéticas. La etiología del espasmo de la acomodación suele deberse al gran desequilibrio muscular, neuralgia del trigémino, intoxicación general y también a una lesión dental. La causa funcional es una excesiva estimulación del sistema acomodativo. Se relaciona con mala iluminación, debilidad general, estado nervioso o problemas psicológicos fuertes. El cuadro sintomatológico suele cursar con astenopias y dolor justo encima de las cejas, fatiga ocular incluso problemas gastrointestinales. Los signos que aportan al diagnóstico son: una agudeza visual reducida en visión lejana, acepta negativos sin llegar a la agudeza visual de unidad porque las lentes estimulan la acomodación, al realizar la retinoscopía se encontrara una mayor en miopía en subjetivo que en refracción objetiva, las pupilas pueden ser mióticas. El cover test indicará una endotropia en visión próxima, la amplitud de acomodación será baja.

La inflexibilidad acomodativa, dificultad para realizar cambios acomodativos. Se presenta cuando existe un retraso importante entre los cambios del estímulo y la respuesta acomodativa; es decir, el tiempo que transcurre entre el estímulo y la respuesta es más largo de lo normal. El tiempo normal suele rondar los 0.7 segundos. Puede ser relacionado o contribuir al desarrollo de una exodesviación. La amplitud de acomodación es buena y también es capaz de relajarla, pero lo que resulta difícil es pasar de una a otra. La causa suele ser espasmos originados por una excesiva tonicidad del músculo. Se manifiesta de firma parecida al exceso de acomodación. La principal característica es la reducción de la latencia y velocidad de la respuesta acomodativa. Los síntomas característicos de dicha alteración van desde una dificultad para cambios de lejos a cerca y viceversa, astenopia asociada a tareas de cerca, posible diplopía, se acerca mucho al papel, cefaleas tras trabajo de cerca, dificultad en atención y concentración al leer, emborronamiento intermitente en lejos tras tareas de cerca. Dentro de los síntomas podemos encontrar una flexibilidad acomodativa con falla en positivos y negativos en binocular y monocular, los valores de acomodación relativa positiva y negativa serán bajos, el paciente no admite positivos hasta terminar la terapia, la amplitud de acomodación estará dentro de los límites normales.

Al realizar un diagnóstico diferencial esta va a cursar como una condición benigna. Hay que diferenciarla de las demás anomalías acomodativas como la parálisis y el espasmo acomodativo. En la parálisis el paciente presenta dificultad para enfocar, la visión de cerca va a ser turbia, la atropina no va a modificar la refracción, existe micropsia, la visión del paciente va a mejorar con el uso de lentes positivas. Por otro lado, en el espasmo acomodativo el paciente presenta al momento de realizar la refracción un aumento en la medida, la visión es turbia más allá de 20-30 cm, siendo la atropina la cual disminuye la refracción, el paciente experimenta macropsia, la visión mejora con lentes negativas.

Para el diagnóstico de las alteraciones acomodativas la práctica optométrica tiene una serie de exámenes que permiten su detección. Para lo cual se requiere que el paciente este emetropizado, y observe una línea más abajo de su mejor agudeza visual. Los exámenes que permiten la valoración del sistema acomodativo son: la amplitud de acomodación, la flexibilidad acomodativa, amplitud relativa negativa, amplitud relativa positiva, se evalúa la morfología de las pupilas, con estos exámenes se podrá dar un

diagnóstico preciso y el seguimiento que requiera el paciente. Para evaluar la parte acomodativa vamos a requerir de una caja de pruebas, cartillas para visión lejana y visión próxima, oclisor o un parche pirata, reglilla milimétrica y una linterna con luz. Es importante que se tome adecuadamente la agudeza visual para proceder con los siguientes exámenes sin que exista margen de error, junto con una buena retinoscopia para que nuestro paciente este con la corrección de lentes.

La agudeza visual permite conocer el poder de la discriminación tanto monocular como binocular, en visión lejana como en visión próxima con corrección y sin ella. Para la toma de agudeza visual se necesita de optotipos para cerca y lejos, los más utilizados con los optotipos morfoscópicos entre ellos el de Snellen y el de Logmar, y para la toma de agudeza visual en visión próxima la cartilla de Jaeger, un oclisor y el agujero estenopeico. El consultorio debe contar con una buena iluminación, primero se toma el ojo derecho del paciente sin corrección, se debe hacer leer al hasta la máxima agudeza visual posible del paciente, posterior a esto se evalúa el ojo izquierdo y se repiten los pasos anteriores, procedemos a tomar la agudeza visual en condiciones binoculares, la cual debe ser mejor que la monocular, en el caso de que el paciente utilice corrección se debe tomar la misma con la graduación actual. Se debe tomar la agudeza visual de cerca tal cual la tomamos en visión lejana. El agujero estenopeico se utilizará cuando la agudeza visual del paciente solo llegue hasta el 20/40 lo cual nos permite descartar un problema orgánico de un visual. Es importante conocer que cuando el paciente no logre ver las letras del optotipo se deberá hacer cuenta dedos, en caso de no observarlos se debe mover las manos, si el paciente no visualiza movimiento de sede proyectar luz y este nos debe indicar en qué dirección la percibe (Sexto Optometría, 2016).

Existen factores que pueden modificar la agudeza visual como la luminancia, la recomendada es de 120 – 150 cd/m²; el contraste el cual se va a definir a partir de la luminancia; el tiempo de exposición en la cual la agudeza visual va a decrecer significativamente por debajo de 1s; la distancia de realización de la prueba de no estar a la distancia correcta hacer la conversión necesaria; las características del optotipo influye la legibilidad en cuanto a la forma, detalle y orientación; el desenfoque como consecuencia de aberraciones y la difracción; el diámetro pupilar íntimamente ligado al desenfoque; la acomodación ya que esta se estimula o se relaja de acuerdo a la distancia utilizada; los fotorreceptores, en la retina existe una limitación adicional

a la agudeza visual no solo en el tamaño de los fotorreceptores si no su densidad o espacio y localización; la motilidad ocular por la estabilidad de la imagen retiniana en función a la calidad de los micro movimientos; efectos de modificación como por ejemplo los midriáticos, mióticas y ciclopléjicos; es el estado de adaptación del ojo en el cual la sensibilidad de la retina cambia en función de la iluminación de la retina; enfermedades oculares o sistémicas como la queratoconjuntivitis, diabetes mellitus, cataratas, opacidades corneales, etc.; algunos factores subjetivos o psicológicos en este caso puede que se hay tomado la medida anteriormente; la edad la cual en los recién nacidos es muy baja y mejora con la edad y el grado de escolaridad el cual es esencial para escoger el optotipo (Sexto Optometría, 2016).

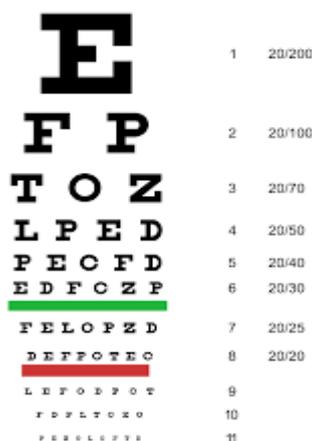


Figura 4. Optotipo de Snellen

Fuente: (Clínica Baviera, 2016).

Es importante escoger de forma adecuada el optotipo, para ello podemos hacerlo según el grado de alfabetismo, los optotipos alfanuméricos como las pruebas de Snellen contienen letras y números diseñadas en las especificaciones de idiomas y caracteres de cada país o región para pacientes alfabetas. Para pacientes analfabetas los optotipos se clasifican en dos tipos: gráficos y direccionales; los gráficos especialmente diseñados para los niños ya que presentan diversas figuras y los direccionales (E direccional o C de Landolt) los cuales van a evaluar la AV en función de la dirección. Según el grupo etáreo, precisamente en pacientes pediátricos necesario apoyarse en la gran habilidad del profesional para orientar su aplicación y asegurar efectividad de los resultados, los diseños pueden ser: tambor optocinético (TOC), prueba de murada preferencial (PMP), New York LigthCard Test (NYFLCT), dulces de Bock y cubos de Fock.

La amplitud de acomodación es la máxima cantidad de acomodación que puede realizar el ojo. Es una medida monocular para evitar el efecto de la convergencia. También se la puede definir con el intervalo entre el punto próximo y el punto remoto (diferencia en dioptrías) es variable con la edad. Por detrás del punto próximo es desacomodar, y el cristalino presenta un aumento de su longitud axial. La amplitud de acomodación de forma binocular, es mayor que la monocular por la convergencia ya que aumenta el estímulo de acomodación. Cuando esta se encuentra por debajo de la acomodación clínica, hay un problema. La amplitud de acomodación es máxima a los diez años. Se considera a la borrosidad como el principal estímulo para la acomodación. Otros pueden ser, un cambio de distancia, reducción del estímulo y baja luminosidad. Cuando se trabaja en distancias cercanas sucede miosis (aporta mayor profundidad de campo), convergencia (ver simple) y acomodación (ver nítido). Para valorar existen tres técnicas la de Donders, Sheard y Jackson.

La técnica de Donders o también llamada de acercamiento se realiza a 50 cm el paciente debe observar una línea por debajo de su mejor agudeza visual con la cartilla de visión próxima, se realiza de forma monocular, se va acercando lentamente hasta que se vea borroso y medimos esta distancia a la cual el paciente reporta borrosidad, se procede a hacer el inverso de la distancia para sacar el valor en dioptrías. Este valor nos indicara la amplitud de acomodación que tiene el paciente. El inconveniente que tiene esta prueba es el aumento relativo del tamaño del test (por el acercamiento). Se produce una sobrestimación de 2D aproximadamente respecto al método de Sheard.

La técnica de Sheard o también conocida como técnica de las lentes negativas, se realiza a 40 cm, el paciente debe observar una línea menor a su mejor agudeza visual y se utilizara para el test la cartilla de visión próxima, la prueba es monocular, a continuación se ira introduciendo lentes de -0.25 D sobre la refracción de lejos hasta que el paciente refiera borrosidad sostenida, escogemos la lente anterior más la potencia correspondiente de acuerdo a la distancia a la que se realizó el test, este valor será la amplitud de acomodación del paciente (Bernandez, 2017).

Es importante tener en cuenta las fórmulas de Hoffsteter para relacionar los valores que resultaron de la valoración de la amplitud de acomodación. Serán la pauta para conocer si el paciente tiene una buena acomodación de acuerdo con su edad.

La técnica de Jackson tiene una diferencia con los dos test mencionados anteriormente, la diferencia radica en que esta se realiza con optotipo de visión lejana, es monocular y el paciente va a observar una línea de letras menor a su mejor agudeza visual, va a estar emetropizado. Se va a ir introduciendo lentes negativas en pasos de 0.25 D pedir al paciente que nos informe cuando las letras estén borrosas y se mantengan borrosas. El valor dióptrico del último lente con el que el paciente vio con claridad representa la amplitud de acomodación del paciente.

La flexibilidad acomodativa es la habilidad del sistema acomodativo de cambiar de un nivel o estímulo a otro. Suele expresarse en el número de ciclos por minuto que un sujeto puede ver nítido con lentes positivas y negativa (Normalmente de 2,00 D) durante un minuto. La flexibilidad acomodativa tiene una variante que es la facilidad la cual se realiza en condiciones binoculares. Es importante tener en cuenta la distancia a la cual se va a realizar la prueba, de esto depende más adelante el diagnóstico que se proporcionara en base a los resultados obtenidos. El paciente igual que los anteriores test debe contar con sus lentes de visión lejana, es decir estar emetropizado, y debe ver una línea de letras menor a su mejor agudeza visual, se utilizará una cartilla de visión próxima.

La flexibilidad acomodativa evaluará la resistencia y dinamismo de la respuesta acomodativa y la habilidad para responder durante un período de tiempo. La Iluminación ambiente debe ser normal o elevada. El sujeto con su refracción habitual de lejos tiene que mantener la mirada en un test de visión próxima de AV entre 20/25 y 20/30 situado a 40 cm. Si se trabaja a esta distancia el lente de trabajo será de +/- 2,00 D por el lado de las lentes positivas y pedirle que aclare el test, si el paciente no observa las letras con el lente inicial se irá bajando en pasos de 0.25 hasta que el paciente logre aclarar las letras, lo mismo se hace con los lentes negativos y una vez aclarado en las dos posiciones se ha completado un ciclo. Repetir durante 30 segundos o un minuto y anotar el número de ciclos completados correctamente. Esta prueba se ve afectada por dos factores principales, en primer lugar, por la edad, puesto que esta prueba pierde validez a partir de los 30 años, no está indicada en sujetos presbitas o con amplitud de acomodación menor de +4,50 D.

Además, no existen normas estandarizadas para cada grupo de edad, y por ser un test subjetivo al realizarlo con niños menores de 8 años su valor puede ser no fiable. Existe

cierta controversia entre evaluar la flexibilidad acomodativa de forma monocular o binocular y el orden de la exploración, bien sea explorado monocularmente cada ojo y después binocularmente o primero binocular y después de forma monocular (Guzmán, 2017).

La facilidad de acomodación es una variante de la flexibilidad de acomodación, la cual tiene en cuenta el sistema vergencial del paciente, más precisamente la convergencia. Este test se lo realiza en visión próxima, el paciente debe estar previamente corregido, y observar una línea por debajo de su mejor agudeza visual. Según la distancia de trabajo será el lente que utilizaremos. Si trabajamos a 40 cm nuestra lente será de 2.00 D tanto la positiva como la negativa, si el paciente no aclara las letras con este lente se procederá a bajar la potencia hasta que las letras se vean nítidas, una vez finalizada la determinación de las lentes se cronometrará el tiempo del test haciendo cambios entre positivo y negativo en un minuto. El valor se anotará en ciclos por minuto junto con los lentes de trabajo.

La acomodación relativa positiva y la acomodación relativa negativa (ARP y ARN respectivamente) son pruebas que nos permiten valorar la acomodación en condiciones binoculares y conocer el grado de colaboración entre el sistema acomodativo y el binocular. El propósito del ARP es estimular la acomodación y al tiempo estimula la convergencia acomodativa (vergencia fusional negativa). La ARN relaja la acomodación y la convergencia acomodativa (vergencia fusional positiva). Para la realización de esta prueba se utilizará una cartilla de visión próxima, regla milimétrica y caja de pruebas; el paciente debe llevar su corrección óptica de lejos y consultorio debe contar con una adecuada iluminación. Los valores normales que debemos esperar son ARN $+2.00\pm 0.50$ y ARP -3.00 ± 0.50 . Si encontramos un ARN mayor se debe a que la acomodación no estaba totalmente relajada (hipermetropía latente sin corregir) o una hipocorrección con lentes negativos. Un ARN menor indicara que el paciente es incapaz de relajar más la acomodación, los rangos de vergencia fusional positiva están reducidos, la paciente esta hiper corregido con lentes positivos para visión lejana. Un ARP menor demostrara que el paciente es incapaz de estimular más su acomodación, los rangos de vergencia fusional negativa están reducidos, además la paciente esta sobrecorregido con lentes negativos.

El realizar el examen si se desea valorar el ARN, el paciente debe mirar una línea de letras más baja, a su mejor agudeza visual, se pedirá al paciente que mantenga las

letras clareas, se adicionará lentes de +0.25 en +0.25 y se le pide al paciente que nos informe cuando las letras estén borrosas y se mantengan borrosas, el valor dióptrico del último lente con el que el paciente vio con claridad representa la acomodación relativa negativa. A continuación, se valora la ARP, este se evalúa igual que el anterior con la diferencia de que se adicionara lentes de -0.25 en -0.25, el valor dióptrico del ultimo lente o el que el paciente vio con claridad representa la acomodación relativa positiva.

En la evaluación del sistema acomodativo también se debe valorar la respuesta pupilar, debido a que anomalías de la acomodación cursan con cambios en la morfología de las pupilas y son signos que nos ayudan a dar un diagnóstico preciso. Los reflejos pupilares se valoran con el objetivo conocer si existe una alteración en las vías neurológicas aferentes y eferentes responsables de la función pupilar. Para ello se necesita de una linterna, un objeto distante que puede ser un optotipo, una paleta de acercamiento o cartilla en visión próxima.

Existen tres reflejos el fotomotor, consensual y el acomodativo. En la realización del reflejo fotomotor se pide al paciente que mire un punto de fijación lejana y se incide luz en el ojo derecho, se observa el tamaño y la velocidad en la que se contrae la pupila en ese ojo, se repite este paso por dos ocasiones más y se lo realiza en el ojo izquierdo. El reflejo consensual se le pide al paciente que fije en un punto lejano, se incide luz en el ojo derecho y se observa el tamaño y velocidad en la que se contrae la pupila del ojo izquierdo, se repite el paso anterior dos veces más y se procede a evaluar el otro ojo. Para evaluar El reflejo acomodativo se le pide al paciente que siga viendo de lejos mientras se sostiene la cartilla de visión próxima a 40 cm del paciente, se le pide que mire la carilla de VP y se observa si las pupilas se contraen. Durante toda la prueba observar si la pupila es redonda. Se debe anotar si el reflejo es presente o ausente (Sexto Optometría, 2016).



Figura 5. Reflejos pupilares.

Fuente: (Centro Panamericano de ojos, 2016).

Actividades

El presente trabajo inicio desde las aulas de la Universidad Metropolitana del Ecuador, donde se abordó el tema de investigación, posterior a esto se designó el lugar en donde se haría el estudio, el cual contara con las características que se deseaba tener en cuenta durante el trabajo, conto con la colaboración y asesoría de personal docente de la universidad y de los alumnos encargados del tema de sistematización realizado en el Colegio Bethel del Valle, provincia de Pichincha. Las actividades a desarrollarse son a partir del 5 de junio a 24 de junio. Evaluación a 80 estudiantes, la totalidad del plantel educativo.

Las actividades que se realizaron en el Colegio Técnico y Bachillerato Bethel del valle fueron las siguientes:

- El día 5 de junio se realizó una reunión con la directora del colegio, para acordar los días de visita a la institución y firmar el acuerdo programado.
- El día 17 de junio se iniciaron las actividades para evaluar la agudeza visual, retinoscopía y examen de la función acomodativa. Se evaluó a la totalidad de los estudiantes.

Tiempo

El tiempo que llevó la organización de este trabajo empezó desde su coordinación, desde marzo del 2019 hasta la entrega del informe final en diciembre 2019.

Actores

La Universidad Metropolitana del Ecuador representada por el director de la carrera de Optometría, Dr. Osmani Correa Rojas, en conjunto con la Dra. Beatriz Rodríguez Paz y los estudiantes Jeison Danilo Pinto Vera y María Alejandra Quisaguano Buesaquillo fueron los actores de este trabajo.

Medios y costo

Cuadro 1 Medios y costo

| MEDIOS | UNIDADES | COSTO UNITARIO. | COSTO TOTAL |
|--------------------------------|----------|-----------------|-----------------|
| Optotipos VL | 5 | \$25.00 | \$125.00 |
| Cartillas de VP | 5 | \$3.00 | \$15.00 |
| Caja de prueba | 1 | \$300.00 | \$300.00 |
| Linternas | 5 | \$4.00 | \$20.00 |
| Oclusores | 5 | \$7.00 | \$35.00 |
| Parche pirata | 5 | \$8.00 | \$40.00 |
| Reglas de medición optométrica | 5 | \$1.50 | \$7.50 |
| Papel boom | 100 | \$0.05 | \$5.00 |
| Impresiones | 150 | \$0.05 | \$7.50 |
| Transporte | | \$75.00 | \$75.00 |
| TOTAL | | | \$630.00 |

Fuente: Propia.

Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera & María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Factores que favorecieron la intervención

La colaboración del personal docente del plantel educativo fue de gran ayuda, nos facilitaron la movilización de los estudiantes, además de ayudarnos con las listas para

proceder de forma ordenada, el personal de manteniendo, más exactamente el conserje quien nos adecuo un sitio en donde realizar la toma de exámenes. Los estudiantes mantuvieron un buen comportamiento respetando los turnos que se les fueron asignados con antelación.

Factores que dificultaron la intervención

La ubicación del colegio, por encontrarse fuera del casco urbano, dificulto la trasportación de los alumnos y la llegada a tiempo para la realización de los exámenes. La finalización del año escolar y la semana de exámenes en la que se encontraban los alumnos complico un poco la valoración de los mismos.

Diseño metodológico de la sistematización

Contexto y clasificación de la investigación

Se realizó un estudio observacional de tipo longitudinal prospectivo, con el objetivo determinar las alteraciones de tipo acomodativo presentes en los estudiantes del Colegio Técnico y Bachillerato General Bethel del Valle, en el periodo Marzo-Diciembre2019.

Universo y muestra

El universo estuvo constituido por todos los estudiantes matriculados en el colegio, en el periodo comprendido para la investigación (N=80).

La muestra quedó constituida por los estudiantes que asistieron al plantel educativo el día en el cual se realizaron los test visuales y cumplieron los criterios de inclusión (n=60).

Criterios de inclusión de la muestra

- ✓ Todos los estudiantes que asistieron el día en el cual se tomó la muestra, y constaban en el registro de matrícula de la institución.
- ✓ Todos los estudiantes cuyos padres firmaron el consentimiento informado (Ver anexo1. Consentimiento informado).
- ✓ Los estudiantes que se les informo con antelación del estudio a realizar y desearon participar en la investigación.
- ✓ Estudiantes de ambos sexos.

Criterios de exclusión de la muestra

- ✓ Todos los estudiantes que no asistieron el día en el cual se tomó la muestra, y constaban en el registro de matrícula de la institución.
- ✓ Todos los estudiantes cuyos padres no firmaron el consentimiento informado.
- ✓ Los estudiantes que se les informó con antelación del estudio a realizar y no desearon participar en la investigación.

Metódica

Para el cumplimiento de esta investigación se informó a todos los estudiantes que asistieron a las actividades académicas y la importancia de la investigación, recogiendo su consentimiento informado.

A todos los estudiantes evaluados fueron registrados en una historia clínica (Ver anexo 2. Historia clínica), la cual recogía datos como la fecha, el lugar, los nombres, edad y sexo. Se realizó la anamnesis donde se consideró el motivo de la consulta, fecha del último control visual, síntomas, antecedentes oculares personales y familiares, antecedentes de salud sistémicos, personales y familiares. Posterior a esto se realizó la toma de la agudeza visual en visión lejana y próxima, con y sin corrección dependiendo el caso; se tomó amplitud de acomodación según el método de Donders, punto próximo de convergencia, flexibilidad de acomodación, se realizó retinoscopia estática en aquellos estudiantes que no llegaban a la unidad de visión, se realizó examen externo y valoración de los reflejos pupilares.

Se clasificó la muestra en cuanto al género en masculino y femenino según criterios biológicos. “Los grupos etarios se consideraron de cinco años teniendo en cuenta el censo poblacional de vivienda de la República del Ecuador del año 2010” (Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010).

La agudeza visual (AV) es la capacidad del sistema visual para diferenciar dos puntos próximos entre sí y separados por un ángulo determinado, la AV en valor decimal se define como la inversa del ángulo α expresado en minutos de arco. Aunque en teoría la AV puede ser mayor de 1, en la práctica clínica se considera que la agudeza visual normal se sitúa en torno a la unidad, lo que significa que el ángulo α es de 1 minuto de arco. La toma de la agudeza visual se la realiza con optotipos el cual es un conjunto

de letras, signos o figuras de diversos tamaños que nos ayudan a medirla, en optometría el término optotipo hace referencia a cada uno de los símbolos o figuras impresos en las tablas (Dutan & Espadero , 2016).

Y según la Organización Mundial de la Salud (OMS) que propone una clasificación para la agudeza visual distribuyéndola en cuatro grupos según la calidad de visión que alcanza el mejor ojo con la corrección óptica disponible en el momento en que se realizó el examen, siendo de la siguiente manera;

Normal, que cuyos pacientes logran una agudeza visual de 20/60 o más; limitación visual correspondiente a los pacientes que reconocen entre el 20/200 y 20/60; la limitación visual severa está comprendida por los pacientes que alcanzan una agudeza visual de menos de 20/200 hasta 20/400 y finalmente la ceguera que es la agudeza visual menor a 20/400. (Organización Mundial de la Salud, 2019).

Para la toma de La agudeza visual se consideró aspectos como la iluminación, la distancia de trabajo, el buen estado de los instrumentos que nos ayudan a tomar dicha medida, que el paciente tenga una buena postura. Se tomó, tanto en visión lejana como en visión próxima, siguiendo el protocolo primero de forma monocular comenzando con el ojo derecho, pidiendo al paciente que se ocluya el ojo izquierdo para evaluar visión del derecho, se pide que lea desde la letra más grande hasta donde refiera ver las letras claras, y se anotó el valor de la agudeza visual de ese ojo; se repitió el mismo procedimiento con el ojo izquierdo, en los casos en los cuales la agudeza visual fue menor fue inferior a 20/40 se usó el agujero estenopeico, de igual forma anotamos este resultado. Se procede a tomar la agudeza visual de forma binocular. Aquellos pacientes usuarios de corrección se le realizo la toma de la agudeza visual con su lente de forma monocular y binocular. Para la toma de AV en visión lejana se usó el Snellen de letras y para visión próxima la cartilla de jaeger.

Después de conocer la agudeza visual de los estudiantes, se procedió a evaluar la amplitud de acomodación según el método de Donders, el cual es un test que se lo realiza de cerca.

La **Amplitud de Acomodación** se explica como la máxima capacidad medida en dioptrías con la que cuenta ojo para que el cristalino pueda enfocar un objeto, la

capacidad máxima de la amplitud de acomodación está sobre las 15.00 dioptrías, y va decreciendo conforme avanzan los años (Martínez , 2015).

Los pacientes evaluados estuvieron con su respectiva corrección para visión lejana de ser el caso observando una cartilla para visión cercana a una distancia aproximada de cuarenta centímetros de forma monocular, se acercó la cartilla lentamente hacia el rostro del paciente, hasta cuando este reportó ver borroso las letras y con la ayuda de una regla milimétrica se midió la distancia entre el objeto y el ojo o el plano de los lentes en pacientes que utilizaban corrección, el valor obtenido se lo divide entre cien, se ejecutó el test con el mismo procedimiento en el otro ojo, el resultado representa la amplitud de acomodación del paciente. Para el análisis de los resultados se aplicó la fórmula de Hoffstetter para sacar el valor normal de la amplitud de acomodación que tiene en cuenta la edad del paciente y en relación a esto los valores encontrados dentro del estudio y se los dividió en 3 rangos de valores dióptricos, desde menor a 10.00 dioptrías hasta mayor a 14.00 dioptrías.

Se realizó el test de punto próximo de convergencia una vez que se concluyó con la amplitud de acomodación, esta prueba hace referencia a la mínima distancia existente que se produce cuando los ejes ópticos se cruzan en la convergencia máxima observando un objeto real ya sea una luz o un lápiz.

“Existen tres formas clínicas para la determinación del punto próximo de convergencia; con un objeto real: se evalúa principalmente la convergencia por acomodación, y en menor grado la convergencia por proximidad, fusional, tónica y voluntaria” (Ramírez, 2016).

Con la ayuda de un lápiz y una regla se procedió con la prueba en los estudiantes, comenzando por situarlos cómodamente frente a frente con el explorador, se pidió que mantengan su mirada sobre la punta del lápiz mientras este se lo acercaba lentamente hasta que reportaran ver doble o dos puntas, una vez que el sujeto manifestó ver doble se procede a medir la distancia que existe entre el ojo o el plano de los lentes con relación al objeto con la finalidad de conocer la máxima capacidad de convergencia del paciente sin ver doble o sin romper la fusión manteniendo su acomodación por tratarse de un objeto real como instrumento de exploración.

Se realizó el test de flexibilidad de acomodación, el cual se llevó a cabo con la ayuda de una cartilla para visión cercana y un flipper, que son unas lentes montadas en una especie de gafa con mango que en una parte lleva lentes de -2.00 dioptrías y al girarlo con el mango nos encontramos las de $+2.00$ dioptrías con lo que vamos girándolas alternativamente para mirar a través de las de $+2.00$ y a continuación por las de -2.00 . Este examen es considerado como el test clave para dar un diagnóstico, si el paciente presenta una alteración en la parte acomodativa. Se pidió a los pacientes que se coloque su corrección óptica de ser el caso la necesitara, con buena iluminación ambiental y sujetando el test a 40 cm se empezó de manera binocular, colocando delante de sus ojos el flipper por la lente de $+2.00$ D tiendo que enfocar las letras del test de cerca, una vez que el paciente reporto ver claro se invierte las lentes colocando la de -2.00 D y de nuevo ha de reportar cuando aclaró las letras y así sucesivamente durante 1 min con cada estudiante que se evaluó con la ayuda de un cronometro. No se pudo cambiar de una posición a la otra hasta que reportara ver las letras con completa nitidez. Se anotó el número de veces que se ha girado el flipper (ciclos por minuto c.p.m.), considerando 1 ciclo un giro completo del flipper. Para el análisis de los resultados obtenidos, se tuvo en cuenta que valor estaba disminuido ya que estos nos dan el diagnóstico de la alteración que tenga el paciente en su sistema acomodativo. Si el valor del lente positivo se encuentra disminuido indica que el paciente nos indica que existe una hiperfunción, si en cambio el lente negativo se encuentra disminuido nos indicara que estamos frente a una hipofunción y si los valores están dentro de lo esperado y son los ciclos por minuto los que están disminuidos nos indicara una fatiga acomodativa.

Después de realizar la toma de la flexibilidad de acomodación, se ejecutó la retinoscopía estática en aquellos pacientes que no llegaron a la unidad de visión, se la realizo con el paciente cómodamente sentado y sin su corrección óptica si la utilizara, haciendo que fije su mirada en el optotipo que se hallaba a seis metros con ambos ojos abiertos se colocó la lente de trabajo que en este caso es de $+2.00$ D ya que la retinoscopía se la realizo a una distancia de cincuenta centímetros, se procedió a la neutralización de las sombras observadas cuando se hace el barrido con la ayuda de la cada de pruebas. Se clasifico todos los defectos refractivos que se conoce como son los esféricos y los esféro-cilindricos. Se clasifico el estado refractivo de los pacientes en miopía, hipermetropía y astigmatismo; la miopía es un defecto refractivo

en el cual el paciente refiere ver borrosidad objetos que se encuentran a distancia y esta se corrige con lentes negativas, la hipermetropía defecto refractivo en el cual la su visión borrosa se refleja al observar objetos que se encuentran en distancias próximas y se corrige con lentes positivas, y finalmente el astigmatismo defecto refractivo en el cual el paciente advierte visión borrosa acompañada de distorsión y se corrige con lentes cilíndricas.

Finalmente se exploró los anexos oculares de todos los estudiantes que asistieron el día de examen visual, este procedimiento se lo realizó con la ayuda de una linterna comenzando por revisar las cejas, las pestañas y los párpados. Luego de estos la conjuntiva tarsal como bulbar y fondo de saco para finalizar con la esclera. Para el análisis de otras alteraciones encontradas en segmento anterior se tuvo en cuenta las que se encontró con mayor incidencia, como fueron, la Pinguécula, hiperemia y blefaritis. En conjunto con la evaluación de segmento anterior se examinó los reflejos pupilares, mediante el reflejo fotomotor, en el cual se incide luz sobre la pupila y observamos cómo se contrae y se realiza de la misma forma en el otro ojo y anotamos los resultados como pupila reactiva, si esta se contrae y se dilata en presencia y ausencia de iluminación.

Para la recolección de la información

Se recolectaron los datos siguiendo la Historia Clínica elaborada (Anexo 1), y se llenó el formulario para cada paciente. Dichos datos fueron ingresados en hojas de Excel organizadas por apellidos y nombres de los pacientes teniendo de esta forma una base de datos.

Para el procesamiento de la información

Los datos que se recogieron mediante la historia clínica fueron procesados en una base de datos, con la ayuda del programa Excel, fueron calculados su porcentaje como medida de resumen para las variables cualitativas; así como, para realizar las comparaciones se utilizó el estadígrafo X^2 al 95 % de certeza.

Técnica de discusión y síntesis de los resultados

Para la discusión e interpretación de los resultados nos apoyamos de la bibliografía actualizada, conclusiones y hallazgos de estudios similares, así como la guía y apoyo del tutor y profesionales de la visión.

Bioética

Durante el tiempo que duro el proceso de búsqueda de información para la realización de la investigación no existieron violaciones de la Ética Médica, ya que nos facilitamos de la información recolectada en la historia clínica individual y de los datos reflejados en el cuestionario confeccionado y aplicado a los pacientes que se incluyeron en el estudio, cumpliendo los principios éticos fundamentales como: autonomía, beneficencia (maximizando los beneficios y minimizando los perjuicios), no maleficencia (evitando el uso de procedimientos invasivos que pudieran perjudicar la salud individual) y aplicando el principio de justicia, tratando a todos los pacientes por igual. Se realizó un pequeño conversatorio antes de llevar a cabo el examen a cada grupo de estudiantes que iban a ser estudiados para una mejor comprensión de la investigación de la que estaban siendo partícipes, se les informó que no había ningún riesgo durante su intervención ya que todos los exámenes se rigieron a su respectivo procedimiento con técnicas y maniobras no invasivas.

| | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Formulación del tema | | | | | | | | | | |
| Aprobación del tema | | | | | | | | | | |
| Realización de antecedentes y justificación | | | | | | | | | | |
| Ejecución de situación problema, formulación del problema científico | | | | | | | | | | |
| Formulación de la delimitación del problema, justificación, hipótesis y objetivos. | | | | | | | | | | |
| Elaboración del I Capítulo (diagnóstico) | | | | | | | | | | |
| Elaboración de II Capítulo (contexto teórico metodológico) | | | | | | | | | | |
| Reunión en el colegio para comunicar al rector acerca de la investigación y entrega del consentimiento informado. | | | | | | | | | | |
| Realización de los exámenes visuales a todos los | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| estudiantes matriculados que firmaron el consentimiento informado. | | | | | | | | | | |
| | MARZO-DICIEMBRE 2019 | | | | | | | | | |
| Elaboración del III Capitulo (Resultados). | | | | | | | | | | |
| Elaboración de conclusiones y recomendaciones | | | | | | | | | | |
| Presentación de informe final | | | | | | | | | | |

Cronograma de actividades

Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera y María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

CAPITULO III

RESULTADOS

En la tabla 1 se evidencia la distribución de la agudeza visual de los estudiantes del colegio Bethel del Valle.

Tabla 1 Agudeza visual de los pacientes de estudio.

| Agudeza Visual | No. | % |
|--|-----|-----|
| Normal (20/20-20/60) | 27 | 45 |
| Limitación visual (20/60-20/200) | 30 | 50 |
| Limitación visual severa (20/200-20/400) | 3 | 5 |
| Ceguera (mayor a 20/400) | 0 | 0 |
| Total | 60 | 100 |

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Como resultados de la muestra de estudio, se evidencia que 27 (45%) estudiantes tienen una agudeza visual normal, 30 (50%) estudiantes tiene una limitación visual, y solo 3 (5%) tienen una limitación visual severa.

En un estudio realizado en Colombia en el año 2009 por Karen Yulieth Villamil Medina, titulado Condiciones acomodativas en escolares de básica secundaria, de la comunidad de Cazuca, en el cual al evaluar la agudeza visual se encontró que el 53.6% presentaba una agudeza visual normal, y solo el 21.4% presentó una limitación visual (Villamil, 2009).

Según un estudio de Ametropías y Bienestar psicológico en adolescentes del bachillerato Colegio Manuel Cabrera Lozano, ciudad de Loja-Ecuador en el

2014, en el cual la muestra estuvo distribuida por estudiantes entre 14 a 19 años, en ella se evidencio que el 22% presenta una agudeza visual normal, y un 78% de estudiantes presenta una limitación visual. Los resultados actuales coinciden con la bibliografía referida (Rodríguez , 2014).

En la tabla 2 se puede apreciar los resultados del test de Amplitud de acomodación de los estudiantes.

Tabla 2 Resultados del test de amplitud de acomodación en los estudiantes.

| Amplitud de acomodación | No. | % |
|-------------------------|-----|------|
| Menor a 10 D | 20 | 33.3 |
| 10 -12 D | 29 | 48.3 |
| 12-14 D | 10 | 16.7 |
| Mayor a 14 D | 1 | 1.7 |
| Total | 60 | 100 |

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Se evidencia, que 20 estudiantes (33.3%) presentan una amplitud de acomodación menor a 10 Dpt, 29 estudiantes (48.3%) tienen una amplitud de acomodación de 10.00 a 12.00 Dpt, 10 estudiantes (16.7%) en el rango de 12.00 a 14.00 Dpt y solo un estudiante (1.7%) tiene una amplitud de acomodación superior a 14.00 Dpt.

Según el estudio titulado Importancia de la relación acomodación-convergencia para el rendimiento escolar, realizado en Sevilla, al evaluar la amplitud de acomodación se evidencio que un 20% de los escolares tienen una pobre amplitud de acomodación, Las demandas escolares exigen buenas

amplitudes de acomodación para las tareas por lo que es importante que el paciente tenga esta capacidad en los límites normales (Bermúdez, 2016).

En un estudio titulado Condiciones acomodativas en escolares de básica secundaria, de la comunidad Cazuca, realizado en el 2009, en el cual, para el test de la amplitud de acomodación según Sheard, el promedio obtenido en el ojo derecho fue 9.23 dioptrías, siendo la mínima de 7.50 dioptrías y una máxima de 12.50 dioptrías. En cuanto al ojo izquierdo el promedio fue de 9.00 dioptrías con la mínima de 8.00 dioptrías y una máxima de 12.00 dioptrías. Los resultados en la presente investigación coinciden con los anunciados por los autores (Villamil, 2009).

En la tabla 3 se puede precisar la incidencia de las alteraciones del sistema acomodativo de los estudiantes, diagnosticado con el test de flexibilidad.

Tabla 3 Incidencia de alteraciones acomodativas en la muestra de estudio, determinado por el test de flexibilidad.

| Alteración acomodativa | No. | % |
|------------------------------|-----|------|
| Exceso de acomodación | 16 | 26.7 |
| Espasmo acomodativo | 0 | 0 |
| Inflexibilidad | 4 | 6.7 |
| Fatiga acomodativa | 29 | 48.3 |
| Insuficiencia de acomodación | 11 | 18.3 |
| Total | 60 | 100 |

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Se puede observar que un 26.7% de estudiantes presenta exceso de acomodación, un 6.7% presenta inflexibilidad, el 18.3% presenta una

insuficiencia de acomodación y un 48.3% presenta fatiga acomodativa. Dentro de la muestra no se diagnosticó espasmo acomodativo.

Según un estudio Disfunciones acomodativas y su incidencia en la visión binocular realizado en escolares de la ciudad de Ambato en el 2007, en el cual las anomalías de acomodación encontradas durante la investigación fueron: insuficiencia acomodativa 51 casos que equivale al 85%, inflexibilidad acomodativa 4 casos que en porcentaje son 6,67%, exceso de acomodación 5 casos que es el 8.33%, de lo que se puede ver claramente que predominó la insuficiencia de acomodación en la población estudiada (Gutiérrez , 2007).

Un estudio dedicado a las alteraciones acomodativas que se realizó teniendo en cuenta la tabla de valores de normalidad según Sheard, donde se encontró diagnóstico de insuficiencia de acomodación en el 85.7%, el otro diagnóstico acomodativo encontrado fue fatiga de acomodación para un 7.1%. Por último, el 7.1% corresponde a pacientes sin alteración acomodativa. Los resultados de la investigación realizada guardan similitud con los referidos por los autores citados (Carbonell, 2016).

En la tabla 4 se evidencia la incidencia de las alteraciones acomodativas teniendo el test de flexibilidad de acomodación.

Tabla 4 Incidencia de alteraciones acomodativas.

| Incendencia de alteraciones acomodativas | No. | % |
|--|-----|-----|
| SI | 60 | 100 |
| NO | 0 | 0 |
| Total | 60 | 100 |

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

En la tabla expuesta se puede evidenciar que el total de alumnos 60%, evaluados tiene una alteración en su sistema acomodativo, ya sea hiper o hipofunción.

En la tesis realizada por Víctor Rivera Mendoza, titulada Estudio de las alteraciones acomodación-convergencia en la ciudad de Quito, periodo 2018-2019. En la cual se puede determinar que la flexibilidad de acomodación de 59 pacientes equivale al 71.09% con exceso de acomodación, 18 pacientes equivalen al 21.69% con acomodación normal, 3 pacientes equivalen al 3.61% con fatiga acomodativa, 3 pacientes equivalentes al 3.61% con inercia acomodativa, ningún paciente con insuficiencia de acomodación, dando así un total de 83 pacientes evaluados (Rivera, 2018).

En un estudio titulado Disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas, realizado desde septiembre del 2017 a agosto del 2018, en el cual se llevó a cabo un examen optométrico completo, incluyendo del sistema acomodativo y de la visión binocular. En los resultados se observó que las disfunciones acomodativas y/o binoculares no estrábicas se presentan en el 89,6% de los pacientes, predominando la forma simple, siendo la insuficiencia de convergencia (53,8%) y la insuficiencia de acomodación (38,5%) las de mayor prevalencia. Los resultados en la presente investigación coinciden con los anunciados por los autores (Herrera, 2019).

En la tabla 5 se encuentra distribuida de acuerdo a la edad y sexo de los estudiantes examinados del colegio Bethel del valle.

Tabla 5 Distribución según la edad y sexo.

| Grupo etario | Masculino | % | Femenino | % |
|--------------|-----------|-------|----------|-------|
| 11-15 años | 14 | 23.33 | 13 | 21.07 |
| 16-19 años | 18 | 31.67 | 15 | 24.02 |
| Total | 32 | 55 | 27 | 45 |

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Se puede apreciar la distribución de la edad de la muestra de estudio, en la cual en el rango de 11 a 15 años hay 15 estudiantes de sexo masculino y 13 de sexo femenino, en el rango de edad de 16 a 19 años, 18 estudiantes de sexo masculino y 14 de sexo femenino.

El estudio Condiciones acomodativas en escolares de básica secundaria de la comunidad de Cazuca, realizado en el 2009, en el cual la muestra dividida según el sexo, se encontró un 53.6% de la población de género femenino y el 46.4% corresponde a género masculino (Villamil, 2009).

En la tesis realizada por Andrea Garnica, titulado Estudio de la acomodación y la convergencia en adolescentes de las edades comprendidas entre 12 y 15 años usuarios de PC, se concluye que de los 67 pacientes estudiados, 50 fueron hombres dando un equivalente del (75%) y el restante que fueron 17 mujeres dando un equivalente del (25%). (Garnica, 2016).

En la tabla 6 se recoge la muestra según los defectos refractivos diagnosticados en los estudiantes.

Tabla 6 Tipos de defectos refractivos.

| Defecto refractivo | No. | % |
|---------------------------|------------|----------|
| Emétrope | 28 | 47 |
| Miopía | 10 | 17 |
| Hipermetropía | 0 | 0 |
| Astigmatismo | 22 | 36 |
| Total | 60 | 100 |

Fuente: Historia clínica.

Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Como se evidencia en la tabla numero 6 están los tipos de defectos refractivos presentes en la muestra de estudio, existe una prevalencia del paciente emétrope con 28 pacientes representando un 47%, seguido del astigmatismo con 22 pacientes que representan un 36%, luego la miopía con 10 pacientes que equivale al 17% y finalmente la hipermetropía que no se encontró.

En el estudio que titula Ametropías en los estudiantes del colegio Balbina Moreno del cantón Gonzanama en las edades comprendidas entre los 12 a 17 años en el periodo julio-diciembre de 2012, se concluyó que de los 31 pacientes evaluados 4 (12.9%) tienen hipermetropía, seguido de la miopía con 9 (29%) pacientes y el astigmatismo con la prevalencia más alta con 18 (58.1%) personas evaluadas. (Luzuriaga, 2012).

En el estudio realizado por Diego Arteaga Tipos de ametropías en pacientes jóvenes atendidos en oftalmólogos contreras 2016, se concluyó que de los 194 pacientes evaluados 140 tenían astigmatismo representando un 78,4% del total, seguido de la miopía con un 20,2% (51 pacientes) y la hipermetropía con un 1.4% (3 pacientes). Los resultados actuales coinciden con la bibliografía referida (Arteaga, 2016).

Queda demostrado en la investigación, en base a la hipótesis formulada antes de la intervención, que hay una alta incidencia de alteraciones acomodativas, entre ellas la de mayor predominio fue la fatiga acomodativa.

CONCLUSIONES

- En la investigación realizada se pudo evidenciar que el 50% de los estudiantes tienen una limitación visual.
- El 48.3% de los estudiantes evaluados presentan una amplitud de acomodación disminuida para su edad, según la fórmula de Hosffteter.
- La alteración acomodativa con mayor incidencia encontrada en el estudio fue la fatiga acomodativa con un 48.3%.
- El total de los estudiantes evaluados presenta alteración en su sistema acomodativo.
- Según la distribución de edad y sexo, se encontró un predominio de hombres con edad comprendida entre 16 a 19 años representado por 31.67%.
- El defecto refractivo con mayor incidencia encontrado fue el astigmatismo con un 36%.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el plantel educativo adecue un área de enfermería y realizar tamizajes visuales y en el caso de que algún estudiante presente una limitación poder remitir al especialista adecuado.
- El Ministerio de Salud en conjunto con el Ministerio de Educación deberían realizar jornadas de promoción y prevención de la salud visual.
- Mayor énfasis en la cátedra de acomodación en cuanto a los test que nos permiten dar un diagnóstico en cuanto a las alteraciones del mismo.

Bibliografía

- Arteaga, D. (2016). *Tipos de ametropías en pacientes jóvenes atendidos en oftalmólogos Contreras*. Recuperado el 22 de 10 de 2019, de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2541/Diego%20Arteaga%20Gisela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bermúdez, L. (5 de julio de 2016). *Importancia de la relación acomodación convergencia en el rendimiento escolar*. Recuperado el 12 de 11 de 2019, de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/49114/BERM%C3%9ADEZ%20UREBA,%20LAURA.pdf?sequence=1>
- Bernandez, R. (2017). *Valoración de la acomodación*. Recuperado el 8 de Mayo de 2019, de <https://www.doccity.com/es/valoracion-de-la-acomodacion/3781697/>
- Boyd, S. (2019). *Atlas y Texto de Patología y Cirugía Corneal*. Panamá: Jaypee. Recuperado el 15 de 05 de 2019
- Carbonell, S. (Julio de 2016). *Prevalencia y sintomatología de las disfunciones acomodativas y binoculares en la población universitaria*. Recuperado el 22 de Mayo de 2019, de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/41527/1/tesis_carbonell_bonete.pdf
- Centro Panamericano de ojos. (2016). *Reflejos pupilares*. Recuperado el 15 de 06 de 2019, de <http://panamericanodeojos.com/reflejos-pupilares/>
- Clínica Rahhal. (13 de Octubre de 2016). *Mecanismo de acomodación*. Recuperado el 20 de 05 de 2019, de <https://www.rahhal.com/blog/cristalino-anatomia-funciones-afecciones/>
- Clínica Baviera. (21 de Enero de 2016). *Cartilla de Snellen*. Recuperado el 12 de 06 de 2019, de <https://www.clinicabaviera.com/blog/salud-visual/medicion-de-la-agudeza-visual-el-optotipo/>
- Dutan , E. M., & Espadero , R. G. (2016). *Riesgos en la salud por el uso de celulares, computadoras y tablets en los adolescentes de la Unidad Educativa "Fray Vicente Solano" - Cuenca 2016*. Recuperado el 21 de Mayo de 2019, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26073/1/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N.pdf>
- Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Población y demografía*. Recuperado el 10 de 10 de 2019, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Ecuador, Instituto Nacional de Estadística y Censos. (16 de Mayo de 2016). *1,2 millones de ecuatorianos tienen un teléfono inteligente*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/12-millones-de-ecuatorianos-tienen-un-telefono-inteligente-smartphone/>

- Facultad de Medicina Universidad de Zaragoza. (2016). *Anatomía e Histología ocular*. Recuperado el 22 de Mayo de 2019, de <https://ocw.unizar.es/ciencias-de-la-salud-1/laboratorio-virtual-en-anatomia-e-histologia-ocular/pdfs/Glosarioterminologico.pdf>
- Feijóo, B. (28 de 05 de 2019). *Estudio del comportamiento de la acomodación en una población sin patología oftalmológica*. Recuperado el 28 de 05 de 2019, de <http://webs.ucm.es/BUCM/tesis//19911996/D/0/AD0078501.pdf>
- Galvis , V., Tello , A., & Carreño, N. (2 de 8 de 2018). *El Cristalino Para el Médico General*. Recuperado el 27 de 10 de 2019, de [file:///C:/Users/Pinto/Downloads/59-Texto%20del%20art%C3%ADculo%20\(sin%20nombre%20de%20autor\)-170-1-10-20100528%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Pinto/Downloads/59-Texto%20del%20art%C3%ADculo%20(sin%20nombre%20de%20autor)-170-1-10-20100528%20(1).pdf)
- Garnica, A. (25 de Noviembre de 2016). *Evaluación de la acomodación en usuarios de pc*. Recuperado el 22 de Mayo de 2019, de <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/2402/1/28-OPT-16-16-1723707293.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquia Yaruquí. (2019). *Ubicación*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de <http://www.yaruqui.gob.ec/web/index.php/contenido/item/ubicacion>
- Gómez, M. (26 de Mayo de 2016). *Tunicas del globo ocular*. Recuperado el 13 de 05 de 2019, de <https://twitter.com/marcogomezmd/status/735831639222145027>
- Gutiérrez , L. (2007). *Disfunciones acomodativas y su incidencia en la visión binocular*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de <http://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/274/1/75036.pdf>
- Guzmán, P. (11 de Julio de 2017). *Tecnología Médica en Oftalmología*. Recuperado el 15 de 06 de 2019, de <http://tecnologiamedicaoftalmo.blogspot.com/2017/07/flexibilidad-acomodativa.html>
- Herrera, X. (2019). *Disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas entre los 16 y 35 años de edad*. Recuperado el 12 de 11 de 2019, de <http://revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/1565>
- Lavado, L. (03 de 06 de 2019). *Córnea*. Recuperado el 26 de 10 de 2019, de http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Libros/Medicina/cirugia/Tomo_IV/archivospdf/05cornea.pdf
- Loayza, F. (1 de 6 de 2019). *Anatomía ocular* . Recuperado el 16 de 10 de 2019, de http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Libros/Medicina/cirugia/Tomo_IV/archivospdf/01anatocular.pdf
- López, A. (2005). *Optometría Pediátrica*. Valencia: Novetle Valencia. Recuperado el 02 de 06 de 2019

- Lumbi, S. J., & Silva, G. V. (2016). *Estudio evaluativo de los problemas acomodativos en la comunidad Kiwchua*. Recuperado el 21 de Mayo de 2019, de <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/2017/15-OPT-15-16-1501229999-1717419541.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luzuriaga, J. (2012). *Ametropías en los estudiantes del colegio Balbina Moreno del cantón Gonzanama en las edades comprendidas entre los 12 a 17 años en el periodo julio-diciembre de 2012*. Recuperado el 22 de 10 de 2019, de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/17793/1/TESIS%20FINAL%20jimmylp.pdf>
- Martínez, J. (2015). *Optometría Clínica y Contactología*. Recuperado el 14 de 8 de 2019, de <https://www.qvision.es/blogs/javier-martinez/2012/03/07/amplitud-de-acomodacion-que-es-como-se-mide/>
- Montes-Mico, R. (2017). *Optometría Principios básicos y aplicación clínica*. Barcelona: Elsevier. Recuperado el 28 de 10 de 2019
- Mora, M. A., Bernal, J. D., & Panesco, J. E. (3 de Noviembre de 2016). *Anatomía quirúrgica del ojo: Revisión anatómica del ojo humano y comparación con el ojo porcino*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de <http://bdigital.unal.edu.co/68137/1/62493-317544-1-PB.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (18 de 04 de 2019). *Una mejor atención oftálmica para todos puede reportar beneficios económicos*. Recuperado el 21 de 11 de 2019, de https://www.who.int/mediacentre/news/notes/2012/eye_care_20121004/es/
- Organización Panamericana de la Salud. (10 de 05 de 2019). *Países de las Américas buscarán reducir la ceguera y la deficiencia visual*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10049:2014-health-officials-seek-to-reduce-blindness-and-visual-impairment-in-the-americas&Itemid=1926&lang=es
- Pastor, I. (2012). *Terapia Manual en el Sistema Oculomotor*. España: Elsevier. Recuperado el 28 de 10 de 2019
- Perea, J. (4 de 5 de 2017). *Anatomía*. Recuperado el 27 de 10 de 2019, de <http://www.doctorjoseperea.com/images/libros/pdf/estrabismos/capitulo1.pdf>
- Portillo, R. (3 de Julio de 2017). *Protocolo para la evaluación de la función acomodativa*. Recuperado el 11 de 06 de 2019, de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/64664/10.%20REDACCION%20TFG%20V10%20pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Quiroz, F. (01 de 06 de 2019). *Oftalmología IV*. Recuperado el 20 de 08 de 2019, de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/Medicina/cirugia/tomo_iv/fisio_ocu.htm

- Ramírez, P. (2016). *Terapia y rehabilitación visual*. Recuperado el 14 de 8 de 2019, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/8675/T50.08%20R145e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivera, V. (2018). *Estudio de alteraciones de la acomodación y convergencia*. Recuperado el 6 de 11 de 2019, de <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/4803/1/6-OPT-18-19-1724745318.pdf>
- Rodríguez , A. M. (2014). *Relación entre ametropías y bienestar psicológico*. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/12237/1/AMETROPIAS%20Y%20BIENESTAR%20PSICOLOGICO%20EN%20ADOLESCENTES.%20Ana%20C.%20Rodr%C3%ADguez%20P..pdf>
- Salud Pública de México. (3 de Mayo de 2015). *Los factores ambientales de la Miopía* . Recuperado el 21 de Mayo de 2019, de Los factores ambientales de la Miopía : https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/spm/v56n3/v56n3a17.pdf
- Sexto Optometría. (2016). *Final 6TO*. Quito: ITSCO. Recuperado el 05 de 06 de 2019
- Soria, S. (10 de Diciembre de 2016). *Cavidad orbitaria*. Recuperado el 12 de 05 de 2019, de <https://www.slideshare.net/selvadesandoval/cavidad-orbitaria-70005873>
- Ureba, L. B. (5 de Julio de 2016). *Importancia de la relación acomodación convergencia en el rendimiento escolar*. Recuperado el 05 de 06 de 2019, de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/49114/BERM%C3%A9DEZ%20URBA%2C%20LAURA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villa, C., & Santodomingo, J. (3 de 6 de 2019). *La Córnea. Estructura, Función y Anatomía Microscópica*. Recuperado el 26 de 10 de 2019, de [file:///C:/Users/Pinto/Downloads/cientifico%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/Pinto/Downloads/cientifico%20(6).pdf)
- Villamil, K. (2009). *Evaluación de condiciones acomodativas en estudiantes de secundaria de la escuela Cazuca*. Recuperado el 12 de 05 de 2019, de <http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/8614>
- Zapata, P. C. (14 de 03 de 2016). *Evaluación del retraso acomodativo (lag) de acomodación con la retinoscopia de Nott entre los 5 y los 19 años de edad*. Recuperado el 10 de 05 de 2019, de Evaluación del retraso acomodativo (lag) de acomodación con la retinoscopia de Nott entre los 5 y los 19 años de edad: https://www.researchgate.net/publication/284275523_Evaluacion_del_lag_de_acomodacion_con_la_retinoscopia_de_Nott_entre_los_5_y_los_19_anos_de_edad
- Zarrasin, L. (20 de 05 de 2019). *Hospital Luis Vernaza*. Recuperado el 25 de 06 de 2019, de <https://www.hospitalvernaza.med.ec/blog/item/1013-problemas-vision-frecuentes>

ANEXOS

Anexo 1

Consentimiento Informado



Fecha: ___/___/___

YO _____ con CI: _____ certifico que he sido(a) informado con la claridad y veracidad debida respecto al ejercicio académico que los estudiantes _____ me han invitado a participar; que actuó consecuente, libre y voluntariamente como colaborador, contribuyendo a este proceso de forma activa. Soy conocedor(a) de la anatomía suficiente que posea para retirarme u oponerme al ejercicio académico, cuando lo estime conveniente y sin necesidad de justificación alguna, y que no se trata de una intervención con fines de tratamiento optométrico.

Que se respete la buena fe, la confiabilidad e intimidad de la información por mí suministrada, lo mismo que mi seguridad física y psicológica.

Estudiante de Optometría

Documento de Identidad _____

Estudiante de Optometría

Documento de Identidad _____

Paciente o tutor

Documento de Identidad _____

Anexo 2

Anexo3

Titulo Recolección de datos personales



Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Fuente: Propia

Titulo Evaluación del punto próximo de convergencia



Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Fuente Propia

Titulo Toma de agudeza visual en visión próxima



Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.
Fuente Propia

Titulo Evaluación test de Donders



Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.
Fuente Propia.

Titulo Refracción



Realizado por: Jeison Danilo Pinto Vera-María Alejandra Quisaguano Buesaquillo.

Fuente Propia