

# 15

## **DISFUNCIONES ACOMODATIVAS EN ESTUDIANTES NO ESTRÁBICOS DE LA UNIDAD EDUCATIVA ARTURO BORJA, ORELLANA, ECUADOR**

ACOMODATIVE DYSFUNCTIONS IN NON-STRABISMIC STUDENTS OF THE EDUCATIVE UNIT ARTURO BORJA, ORELLANA, ECUADOR

Seydel Legrá Nápoles<sup>1</sup>  
E-mail: [seydel2668@gmail.com](mailto:seydel2668@gmail.com)  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9624-4699>  
Johanna Lizeth Galarza Núñez<sup>1</sup>  
César Paúl Martínez Herrera<sup>1</sup>  
Maigre Gallo González<sup>1</sup>  
E-mail: [maigregallo@gmail.com](mailto:maigregallo@gmail.com)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9968-5481>  
<sup>1</sup>Universidad Metropolitana. Ecuador.  
<sup>1</sup>Clínica Privada Medicofarma. Machala.

### Cita sugerida (APA, sexta edición)

Legrá Nápoles, S., Galarza Núñez, J. L., Martínez Herrera, C. P., & Gallo González, M. (2019). Disfunciones acomodativas en estudiantes no estrábicos de la Unidad Educativa Arturo Borja, Orellana, Ecuador. *Revista Conrado*, 15(67), 110-124. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>

### RESUMEN

En el artículo se muestran los resultados de un estudio observacional, descriptivo y correlacional realizado en la “Unidad Educativa Arturo Borja” de la provincia de Orellana, de febrero a diciembre de 2018, con el objetivo de determinar las disfunciones acomodativas en estudiantes no estrábicos de 13 a 18 años, a partir de la recolección de información en sus historias clínicas optométricas. Los principales resultados corroboran el exceso acomodativo como la disfunción más significativa; donde existe relación entre las disfunciones acomodativas y las ametropías, exceptuando la inflexibilidad que se presenta en la emetropía.

### Palabras clave:

Acomodación, exceso acomodativo, insuficiencia acomodativa, flexibilidad acomodativa.

### ABSTRACT

The article shows the results of an observational, descriptive and correlational study carried out in the “Arturo Borja Educational Unit” of the province of Orellana, from February to December 2018, with the objective of determining accommodative dysfunctions in non-strabismic students of 13 to 18 years, from the collection of information in their optometric medical records. The main results corroborate the accommodative excess as the most significant dysfunction; where there is a relationship between accommodative dysfunctions and ametropia, except for the inflexibility that occurs in emmetropia.

### Keywords:

Accommodation, accommodative excess, accommodative insufficiency, accommodative flexibility.

## INTRODUCCIÓN

La visión es uno de los sentidos más complejos y desarrollados de nuestro organismo, la mayoría de la información que percibimos del medio externo llega a través de nuestros ojos y por eso, es de vital importancia su cuidado, atención y prevención. Al acomodar sucede un cambio dinámico dentro del globo ocular donde el cristalino aumenta el poder dióptrico, cambia su enfoque de visión lejana a visión próxima, permitiendo que las imágenes se mantengan claras y nítidas sobre la retina (Hilario Valerio, 2012).

El sistema acomodativo cumple un papel fundamental en las actividades diarias, se debe tener en cuenta, el estado, funcionamiento y mantenimiento de todas las estructuras que lo conforman, la presencia de disfunciones acomodativas conllevaría numerosos síntomas como: dolor de cabeza, fatiga ocular y problemas en visión próxima y lejana, es decir incapacidad para relajar o estimular el sistema visual.

Según Borsting, estudios realizados en Irán en una población joven demostró, que los trastornos acomodativos sintomáticos se relacionan con mayor frecuencia a conductas con bajo rendimiento y atención escolar, estos trastornos también representan un impacto en el rendimiento deportivo y desempeño laboral, especialmente en ocupaciones que implican cantidades considerables de trabajo cercano; como usuarios de computadoras (oficinistas) o lectores continuos (Hashemi, 2018).

El sistema acomodativo es muy complejo, este ayuda a relajar y estimular a todos los componentes visuales que intervienen en él, (contracción pupilar, convergencia y respuesta acomodativa), denominados: triada de la acomodación o reflejo de cercanía (Hilario Valerio, 2012).

El sistema acomodativo identifica con mejor detalle los objetos que se encuentren en visión próxima, además permite tener una perspectiva de aquellos objetos que se encuentran en el infinito óptico; logrando un equilibrio en la función acomodativa. Cuando alguno de estos componentes falla, puede surgir un problema refractivo, una sintomatología anómala, o una disfunción acomodativa.

Las disfunciones acomodativas se han agrupado en cuatro grandes grupos: exceso acomodativo, insuficiencia acomodativa, inflexibilidad acomodativa y parálisis acomodativa.

En México, Colombia, Nicaragua, se han publicado varios estudios referentes al tema, aportando resultados significativos en las poblaciones estudiadas; un ejemplo de esto es el realizado en la “Universidad Nacional

Autónoma de Nicaragua” Managua, Nicaragua; en el cual se reportan datos del sistema acomodativo, en estudiantes de la facultad de Medicina; haciendo referencia a la alta prevalencia de excesos acomodativos cuando mantienen la acomodación por tiempos prolongados.

La ciudad Francisco de Orellana ubicada en la Amazonía Ecuatoriana, es una zona alejada de la ciudad, con escasos recursos económicos, condiciones geográficas y clima desfavorable, donde el uso de medios electrónicos es utilizable como hobby por la población juvenil, pero sin abuso de los mismos debido a las actividades cotidianas propias del tipo de población (rural) por lo que las disfunciones acomodativas no siempre se comportan con las mismas características de las grandes ciudades, donde los medios electrónicos pueden ser utilizados como medios de enseñanza en las escuelas y colegios.

La Región Amazónica del Ecuador es una de las cuatro regiones naturales de dicha nación. Comprende las provincias de Orellana, Pastaza, Napo, Sucumbíos, Morona Santiago, Zamora Chinchipe. Se extiende sobre un área de 120.000 km<sup>2</sup> de exuberante vegetación, propia de los bosques húmedo-tropicales alcanzando una temperatura entre 25 a 40 °C. Sus límites están marcados por la Cordillera de los Andes en la parte occidental de esta región, mientras que Perú y Colombia el límite meridional y oriental, respectivamente. (Armijos, Blog Ecuador Regiones Naturales , 2013).

Orellana con una población de 136.396 habitantes es una de las provincias más jóvenes de Ecuador, tiene, cuatro cantones estos son: Aguarico, Joya de los Sachas, Loreto y su capital Francisco de Orellana que posee una población de 72.795 habitantes, la mayoría laboran en trabajos agrícolas, compañías petroleras y trabajos calificados (funcionarios públicos, oficinistas), su población se autocalifica como mestiza sin embargo existe un alto porcentaje de indígenas.

La ciudad Francisco de Orellana consta de “12 parroquias, 29 barrios en la zona urbana y 332 comunidades en los alrededores”. En el año 1975, bajo el impulso de la comunidad, se crea la “Unidad Educativa Arturo Borja”. El establecimiento fiscal recibe el nombre por el ilustre poeta de la generación decapitada Arturo Borja Pérez, quiteño, autor de la obra “La Flauta de Onix”

La Unidad Educativa se encuentra ubicada en la comunidad Unión Imbabureña km7 vía a Loreto, a las afueras de la ciudad del Coca, nombre común dado por los oriundos; en sus alrededores existen pocas viviendas, gran extensión de áreas agrícolas. La energía eléctrica que recibe es a través de una antena.

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

La infraestructura de la unidad educativa fue modificada al ampliarse a colegio (dos pisos); cuenta con aulas, área administrativa, servicio de cafetería (bar), baterías sanitarias siendo el material de construcción cemento; también cuenta con cancha de básquet, fútbol y un patio de tierra. El horario de clases está dividido de la siguiente manera; las primeras horas de la mañana para la escuela es decir de 7:00am a 12:00pm y para el colegio de 13:00pm a 18:00pm.

Actualmente, el establecimiento cuenta con un total de 520 estudiantes entre escuela y colegio, 258 hombres y 262 mujeres, un cuerpo docente de 24 educadores y 4 administrativos.

Durante los 43 años de funcionamiento en la institución educativa, solo en una ocasión se realizó examen visual optométrico para determinar defectos de refracción y la correspondiente corrección; sin embargo, nunca se observó la presencia de disfunciones acomodativas.

Los defectos acomodativos muestran una alteración en la eficacia visual, estos pueden provocar diferentes síntomas, en su mayoría en visión próxima como: dolor de cabeza, visión borrosa, sueño al leer, ojos rojos, picor ocular, fatiga visual. Los defectos acomodativos como: exceso acomodativo, insuficiencia acomodativa, inflexibilidad acomodativa y parálisis acomodativa, pueden ser diagnosticados de forma tardía o no diagnosticarse.

El presente estudio permitirá determinar las disfunciones acomodativas en estudiantes no estrábitos de 13 a 18 años de la Unidad Educativa Arturo Borja de la provincia de Orellana, Ecuador 2018 de febrero - diciembre para una actuación optométrica sistemática.

## DESARROLLO

Dentro del contexto teórico se encuentra que la acomodación es la capacidad de enfoque desde el infinito óptico al punto próximo del individuo, permitiéndole discriminar los objetos observados con mayor detalle manteniendo un objeto fijo y claro sobre la mácula; por medio del lente intraocular cristalino.

Ferrer (1991), citado por Medrano (2008), define la acomodación como *“un cambio en el poder dióptrico del cristalino que hace que los rayos incidentes del infinito coincidan sin esfuerzo sobre la retina, formándose así una imagen nítida punto por punto. Matemáticamente como describe Herranz, se expresa con la diferencia que existe entre el punto remoto y el punto próximo”*.

En la reseña histórica encontramos que los hombres siempre quisieron dar significado al porqué de las cosas, para lo cual se le dieron múltiples teorías y significados

al mecanismo de acomodación los primeros fueron poco acertados, pero a través de la historia ha ido cambiando conforme con los descubrimientos tanto en conocimientos, como en nuevos artefactos para poder darle significado a todas las teorías ya descritas por varios autores.

Los primeros autores que hablan del efecto acomodativo, dieron una perspectiva de cómo identificar la acomodación, en principio *“el enciclopedista romano Aulo Cornelio Celso (25 a.C - 50 d.C) adoptó la creencia que el cristalino era el órgano en el cual se producía la percepción visual. En el siglo II se destaca el médico griego Galeno quien argumentó que la presencia de una catarata podía provocar ceguera. En la edad moderna el anatomista Félix Platter, señaló a la retina como el punto de partida de la percepción, relegando al cristalino a un papel óptico”*. (Medrano, 2008)

Múltiples teoría y afirmaciones daban lugar a ciertas hipótesis relacionadas a las épocas, entre ellas se pueden mencionar a personajes como Kepler que en 1600 creía que el cristalino se desplazaba; facilitando de este modo la acomodación. Luego de casi veinte años después Scheiner, médico y sacerdote atribuía a un cambio en la forma del cristalino, las variaciones refractivas necesarias para que el ojo humano se adaptase a los objetos cercanos (López de Letona, 2003).

Años después en 1637 Renato Descartes consideró que la deformación del cristalino por modificaciones de curvatura de sus caras era la causa de la acomodación y se producía por la presión del cuerpo ciliar. La teoría es la primera que atribuye a las variaciones de la forma del cristalino (López de Letona, 2003).

En 1742, Haller atribuía a la contracción pupilar la causa de la acomodación al modificar la profundidad de campo. Así mismo se admitió antiguamente la hipótesis que la acomodación sería producida por cambios de la curvatura corneal, lo cual era sostenido por Lobe, Horner y Ramadan, pero T. Young refutó en 1801 esta teoría basándose en dos hechos: uno, midiendo las imágenes por reflexión de la córnea en un sujeto desacomodado, y otro, demostrando la persistencia de la acomodación en el ojo sumergido en el agua.

En el siglo XVIII, William Porterfield confirmó que era el cristalino el que resolvía el problema de la acomodación. En este mismo siglo Hermann Von Helmholtz formuló, en su obra *Handbuch der Physiologischen Optik* (Manual de Óptica Fisiológica), su teoría acerca del papel del músculo ciliar y las zónulas, en ella durante la visión lejana el músculo ciliar se encuentra relajado, las zónulas ejercen una tensión sobre el cristalino, manteniéndolo extendido y ocurre el proceso contrario en enfoque de visión próxima,

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

esta teoría es respaldada por la mayoría de la comunidad científica (Medrano, 2008).

En 1823 Purkinje y con posterioridad Wallace afirmó, que el músculo ciliar es el agente modificador del cristalino y ya en 1850 Langembeck observó algunos cambios en las estructuras refringentes del ojo (López de Letona, 2003).

Donders, en 1864, determinó que la capacidad de enfoque del cristalino tiene una variación fisiológica con el tiempo que consiste en disminuir hasta los 60 años requiriendo una ayuda óptica que reemplace la potencia perdida por el cristalino. El cristalino, el músculo ciliar, la cápsula y las zónulas son los encargados del proceso de acomodación y los cambios en alguno de ellos con el tiempo podrían explicar la aparición de la presbicia.

Gil del Río (1984), plantea que Duane fue uno de los primeros que dio inicio a la clasificación de las Anomalías Acomodativas en 1915 con base en un estudio de 170 pacientes, desarrolló una clasificación que actualmente es aceptada, esta incluía:

- Insuficiencia acomodativa.
- Acomodación mal sostenida.
- Inercia de acomodación.
- Exceso acomodación.
- Acomodación desigual.
- Parálisis acomodativa.

En 1952, Yves Le Grand se refería a este punto diciendo que *“la inexistencia de un ligero alargamiento no ha sido demostrada y ello podría contribuir a explicar una débil persistencia de la acomodación que alguna vez ha sido señalada en la afaquia”*. (López de Letona, 2003).

Es también conocido como el aparato de acomodación del ojo que está constituido por el cuerpo ciliar, músculo ciliar, la coroides, las fibras zonulares anteriores y las ecuatoriales, que constituyen los elementos suspensorios del cristalino y que funcionan con un mecanismo gracias a la intervención de las siguientes estructuras: la contracción del músculo ciliar, por la liberación de la tensión al reposo de las zónulas del ecuador del cristalino, y por su forma esferoidal, provocado este último por la fuerza que ejerce la cápsula sobre el mismo. El acto de la acomodación da lugar a 3 respuestas fisiológicas: la pupila se contrae, los ojos muestran una convergencia y una respuesta acomodativa, que en conjunto se denomina: triada de la acomodación o reflejo de cercanía (Hilario Valerio, 2012).

Dentro de Las estructuras oculares implicadas en el fenómeno de la acomodación tenemos el cristalino que es un lente biconvexo, de tonalidad transparente. Su función

consiste en refractar la luz que ingresa por la pupila hasta la retina, cambiando su poder Dióptrico dependiendo de la necesidad visual del paciente Se encuentra ubicado en el segmento anterior, dentro de la cámara posterior del globo ocular, limitando con las siguientes estructuras: en su cara anterior limita con el iris y el esfínter de la pupila en su cara posterior limita con el humor vítreo.

La morfología del cristalino es a vascular, es decir no se encuentra cubierto de vasos sanguíneos; la forma de nutrición del cristalino es por medio de los fluidos del humor acuoso y el humor vítreo. La glucosa de estos fluidos provee al cristalino la energía química necesaria para continuar su crecimiento y mantener su transparencia Siendo estos fluidos responsables de la nutrición y humectación (Levin & Adler, 2011). El Cristalino se encuentra suspendido por las Zónulas de Zinn las cuales se conectan al Músculo Ciliar, primero para mantenerse estable y segundo para contribuir con la acomodación. Dentro de la *“Geodesia la porción más anterior se denomina polo anterior, el área periférica es el ecuador y el área más posterior es el polo posterior”*. (Levin & Adler, 2011)

El cristalino consta de las siguientes partes: capsula, corteza, células epiteliales, fibras lenticulares y núcleo. Presentando una organización muy básica.

La cápsula cristaliniiana, es una membrana basal de células finas y elásticas que rodean las fibras del cristalino, están formadas de material glucoproteico (colágeno), se encuentra relacionado con las Zónulas de Zinn por medio de la capa externa de la cápsula, o lámina zonular, también sirve de punto de inserción para las fibras zonulares (Levin & Adler, 2011; Caesar, 2012; Alarcón Domínguez, 2017).

La cápsula del cristalino es más gruesa en las zonas pre ecuatoriales anterior y posterior, y más delgada en la región del polo posterior central, donde puede alcanzar un espesor de tan solo 2-4 micras ( $\mu\text{m}$ ). Al nacer, la cápsula anterior del cristalino es considerablemente más gruesa que la posterior y su espesor va aumentando con el paso del tiempo, se puede decir, a mayor tiempo, menos flexibilidad (Alarcón Domínguez, 2017).

Esta estructura debe mantenerse flexible para permitir el proceso de la acomodación, *“la cápsula del cristalino contiene enzimas, ATP aportando energía al cristalino, aunque no puede considerarse que tenga un metabolismo independiente. La cápsula del cristalino depende del contacto con el epitelio y fibras del cristalino para cubrir sus necesidades metabólicas. Es importante la función de la cápsula ya que impide el paso de moléculas al cristalino dependiendo de su tamaño, carga y solubilidad lipídica; esta membrana es fuerte y resistente a la tracción*

***sin afectar al transporte de iones o aminoácidos que se genera dentro del cristalino.”*** (Levin & Adler, 2011)

El epitelio del cristalino está ubicado en la parte posterior de la cápsula, la morfología de las células del epitelio es cuboides a medida que se acercan al ecuador se van transformando en fibras cristalinas, a medida que estas fibras centrales se compactan forman el núcleo y las fibras circundantes forman la corteza, es de crecimiento lento y prolongado. El metabolismo del epitelio es superior que las de otras estructuras del cristalino (Caesar, 2012). Para la nutrición del epitelio, las células utilizan glucosa y oxígeno para mantener un buen funcionamiento, asimismo utiliza más ATP y enzimas, debido a los elevados niveles de metabolismo, presentes en la estructura (Levin & Adler, 2011).

Las zónulas o también llamadas zónulas de Zinn, son repliegues o ligamentos delgados, se encargan de mantener suspendido al lente intraocular en su posición anatómica. Estos ligamentos parten de las láminas basales del epitelio no pigmentado de la Pars Plana y la Pars Plicata del cuerpo ciliar. Las fibras zonulares se insertan de manera continua en la región ecuatorial de la cápsula del cristalino (Alarcón Domínguez, 2017). ***“Las grandes fibras zonulares representan haces de fibrillas más pequeñas, de 80 a 120 a de ancho y de una periodicidad regular de 110a 180 a. Químicamente las zónulas están constituidas por: glucoproteína, colagenasa y mucopolisacárido ácido.”*** (Levin & Adler, 2011)

En la acomodación, el músculo ciliar se desplaza centripetamente y se acerca a la cara posterior del iris, mientras las fibras zonulares se relajan, permitiendo al cristalino adoptar una forma de esfera y disminuir el radio de curvatura de sus caras anterior y posterior. La contracción del músculo ciliar aumenta el espesor cristalino, desplazándolo anteriormente y disminuyendo la profundidad de la cámara anterior. Juntamente, el tamaño pupilar disminuye, eliminando así, las aberraciones ópticas de la periferia y aumentando la profundidad de foco. La acomodación no depende solo de la contracción del músculo ciliar estimulado por el sistema parasimpático, sino también de la activación de la convergencia al centro de la acomodación.

Al estudiar la fisiología de los mecanismos de acomodación vemos que el cristalino nos permite enfocar a varias distancias, es necesario que se produzca dos reajustes dentro del mismo; el primero es la convergencia de los ejes visuales sobre el objeto mirado, con el fin de que los campos ópticos de ambos ojos estén alineados al eje óptico permitiendo una visión binocular estable. La segunda modificación del aparato visual es un aumento del

potencial dióptrico del cristalino para que la imagen nítida de los objetos siga formándose en la capa sensible (retina) (Gil del Río, 1984).

Estos reajustes en el sistema visual, nos otorga una visión binocular clara nítida y sencilla sobre el punto de fijación en un espacio menor de 6 metros, en donde es activada la acomodación. Cuando el ojo enfoca al infinito óptico es decir 6 metros en adelante el cristalino entra en estado de relajación. El cambio de enfoque automáticamente es posible por la flexibilidad del cristalino y en su conjunto a otros sistemas visuales como: motor y sensorial; que nos permite ver objetos jugados a varias distancias.

El mecanismo de acomodación tiene varios movimientos asociados llamados Triada Acomodativa, este sistema entra en juego de manera simultánea durante la acomodación, que tiene como fin enfocar en visión próxima, manteniendo el estímulo fijado claro y nítido. Estos movimientos son:

- Acomodación: La acomodación posibilita el enfoque de los objetos próximos sobre la retina.
- Convergencia: permitirá la fusión de las imágenes retinianas de ambos ojos.
- Miosis: la disminución del diámetro pupilar reduce las aberraciones que dan lugar a los cambios de curvatura de las superficies del cristalino, que tienen lugar durante la acomodación.

La acomodación-convergencia-miosis está ligado entre sí, pues dependen todas ellas de una inervación a cargo del parasimpático, pero estos tres factores serán independientes entre sí, aunque se trata de movimientos asociados y no reflejos (Gil del Río, 1984; Martín & Vecilla, 2010).

En las modificaciones que sufre el ojo durante la acomodación, se observa que la contracción pupilar ejerce una función importante, al enfocar en visión próxima, ya que actúa de diafragma disminuyendo los círculos de difusión, suprimiendo igualmente las aberraciones esféricas de las partes periféricas cuando se trata de visión cercana. La contracción pupilar desencadenada por la acomodación es más lenta que la producida por la luz (Gil del Río, 1984).

Otro cambio que se produce en el ojo es el avance del borde pupilar del Iris, con disminución de la profundidad de la cámara anterior por el centro y aumenta en la periferia. Al mismo tiempo que la pupila se contrae, se puede apreciar que el borde pupilar del iris se desplaza hacia adelante, lo que lleva consigo que la cámara anterior se estreche en su porción central. Helmholtz daba la cifra de

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

0.4 milímetros (mm) de desplazamiento para una acomodación igual a 7 dioptrías (Dpt). (Gil del Río, 1984).

Dentro de las manifestaciones más frecuentes observadas en el cristalino tenemos:

- En su cara anterior: la cara anterior del cristalino avanza hacia adelante, por lo menos en su polo anterior. Este desplazamiento ha sido medido por diversos autores, que dan cifras variables entre 0.3 y 1 milímetro (mm).
- El radio de curvatura de la cara anterior del cristalino: disminuye durante la acomodación, las medidas realizadas por diversos autores dan para una acomodación entre 7 a 10 Dpt radios de curvatura que varían entre 5 y 7 mm.
- En la cara posterior: esta cara sufre pequeños cambios a comparación de la cara anterior durante la acomodación, pero experimenta un desplazamiento hacia atrás que puede llegar a 0.3 mm.
- Variaciones del diámetro frontal del cristalino: el diámetro frontal disminuye durante la acomodación en un valor de 0.4 a 0.5 mm.
- Variaciones del índice de refracción del cristalino: durante la acomodación sufre cambios el índice de refracción, aumenta el índice total por el desplazamiento de las fibras cristalinas, lo que recibe el nombre de mecanismo intracapsular de la acomodación. (Gil del Río, 1984)

En las modificaciones que presenta el músculo ciliar, las zónulas y los procesos ciliares vemos diferencias en visión lejana y visión próxima.

En el enfoque para visión cercana o próxima:

- El músculo ciliar se contrae.
- Las fibras de la zónula se relajan.
- La cápsula del cristalino se distiende adoptando el cristalino una forma esferoidal.
- Aumenta el poder refractor.

En el enfoque para visión lejana:

- El músculo ciliar se relaja.
- Las fibras de la zónula se tensan.
- la cápsula del cristalino se tensa, y el cristalino se aplanan y adopta una forma elíptica.
- Disminuye el poder refractor.

En la acomodación podemos encontrar diferentes tipos o divisiones, que activan la acomodación.

- Acomodación tónica: es aquella parte de la acomodación presente incluso en ausencia de estímulo. Está directamente relacionada con la miopía nocturna o la miopía de campo oscuro. Representa el estado de reposo de la acomodación y es consecuencia del tono del músculo ciliar (Borrás, 1999).
- Acomodación por convergencia: es la cantidad de acomodación estimulada o relajada por efecto de un cambio en la convergencia, esta relación representa la cantidad de acomodación estimulada por dioptría prismática, que aumenta el estímulo de convergencia. Se determina provocando, mediante prismas, una variación en la convergencia y comprobando por rinoscopia de visión próxima como esta afecta a la acomodación (Borrás, 1999).
- Acomodación proximal: es la acomodación provocada por la sensación de proximidad. Se produce generalmente al utilizar instrumentos como el microscopio, el frontofocómetro, etc. Aunque la imagen de la prueba se encuentre enfocada en el infinito óptico, el hecho psicológico de saber que en realidad el objeto está cercano provoca una respuesta acomodativa refleja que varía de un individuo a otro. (Borrás, 1999)
- Acomodación refleja: es la respuesta involuntaria y automática de la acomodación a la borrosidad. Representa la mayor parte de la acomodación que se modifica según las características del estímulo (Borrás, 1999).
- Acomodación voluntaria: es independiente de cualquier estímulo, la mayoría de las personas no poseen la capacidad de modificar la respuesta acomodativa de forma voluntaria sin entrenamiento previo, aunque es fácilmente de entrenar, algunos autores creen que se trata más bien de la manifestación de la tríada proximal (Borrás, 1999).

La acomodación se puede estimular por varios métodos como son:

- Con lentes esféricas negativas.
- La borrosidad de la imagen retiniana cuando se cambia la mirada de lejos a cerca, es decir, el aumento del tamaño de los círculos de difusión de la imagen.
- El cambio de vergencia de los rayos de luz que llegan a la retina.
- Los estímulos psíquicos como el tamaño y la distancia aparentes, es decir, la conciencia de proximidad.
- Los cambios producidos por la aberración cromática en los bordes coloreados de la imagen.
- Con prismas base externa.

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

- Y a través de la instilación de fármacos, cuyo objetivo es provocar una visión borrosa y cuando esta se presenta, se produce la respuesta acomodativa.
- Los primeros dos procedimientos tienen el efecto de aumentar la vergencia de los rayos luminosos en el ojo (Scheiman & Wick, 2008).

Las anomalías acomodativas se pueden definir como la presencia de una alteración total o parcial de la musculatura interna del globo ocular, provocando alteraciones como Exceso, Insuficiencia o Paresia Acomodativa entre otros; refiriendo astenopias en la eficacia visual. Los trastornos acomodativos, clínicamente presentan algún grado de cambio de las condiciones monoculares reflejadas en la agudeza visual, variaciones de la Amplitud de Acomodación o anomalías en la Flexibilidad de Acomodación. Comúnmente su aparición se da en la etapa infantil, sin embargo, su manifestación puede ser en ese mismo momento o en etapas posteriores (juvenil o adulto); por lo general cuando se comienza a esforzar la visión cercana.

Entre los tipos de anomalías acomodativas se encuentran:

**Exceso Acomodativo:** es la condición del músculo ciliar que debido al sobre estímulo del paciente en visión próxima por tiempos prolongados o por una hipermetropía facultativa baja o moderada no corregida puede desencadenarse un exceso acomodativo (Guerrero Vargas, 2012).

Los pacientes que presentan este tipo de alteraciones no pueden relajar la acomodación, asimismo presentan ciertos síntomas (astenopias) como: fatiga visual, cefalea, visión borrosa prolongada de lejos, y de cerca empeorando durante horas prolongadas de lectura, hiperemia ocular (Carbonell Bonete, 2014). Quienes padecen de exceso acomodativo presentan un fallo con lentes positivos a causa del exceso acomodativo, mientras que, en los lentes negativos, tienen una respuesta satisfactoria.

**Espasmo Acomodativo:** es la evolución del exceso acomodativo, provocando en el músculo ciliar una fuerte contracción sostenida; los síntomas que persisten en esta condición son: fuerte dolor intraocular, macrópsia y reducción de la A.V. en V.L. (Guerrero Vargas, 2012).

El tratamiento del espasmo acomodativo es mediante el uso de anticolinérgicos, para relajar al músculo ciliar, aliviando y mejorando los síntomas del paciente. Durante el examen refractivo, la retinoscopia dinámica presenta un valor fijo más negativo que la estática en -2.00 o más Dpt (proyección negativa o pseudomiopía) (Guerrero Vargas, 2012).

**Insuficiencia Acomodativa o Acomodación Mal Sostenida:** se caracteriza por una incapacidad para

estimular normalmente la acomodación, etiológicamente ciertos autores mencionan que no siempre se debe a una escleriosis del cristalino o una debilidad del músculo ciliar ya que se puede presentar sin ninguna patología ocular. La sintomatología de esta alteración se asocia a visión borrosa, disconfort, astenopia, dolor de cabeza, fatiga visual y problemas de lectura en visión cercana (Barañano, 2015).

**Parálisis Acomodativo:** etiológicamente hablando esta condición anómala es dada por infecciones, trastornos neuronales, traumatismos por consumo de neurodepresores o sustancias tóxicas (Guerrero Vargas, 2012).

El cristalino pierde su función acomodativa, el paciente no puede acomodar, su A.V. empeora en V.P y le dificulta realizar tareas de cerca, por lo cual las personas que sufren esta alteración dejan todo trabajo en V.P. Los síntomas se encuentran asociados con: visión borrosa de cerca, escozor en los ojos, falta de concentración, dolor de cabeza después de leer, fotofobia, diplopía; en visión lejana presenta visión borrosa constante o intermitente (Caicedo, 2011).

**Inflexibilidad Acomodativa:** es la dificultad para acomodar y relajar el sistema acomodativo en donde interviene la latencia y la velocidad para observar nítidamente en V.L y V.P, el paciente experimenta síntomas como son: astenopia, dolor de cabeza, fatiga visual, problemas de lectura y dificultad en realizar cambios de enfoque en diferentes distancias, es decir en V.P a V.L (Carbonell Bonete, 2014).

**Paresia Acomodativa:** es la pérdida parcial de la acomodación, causado por daños neurociliares, enfermedad sistémica u ocular progresiva y glaucoma. Se presenta como falta de enfoque en VP afectando anatómica o funcionalmente las estructuras nerviosas de la acomodación, siendo estos daños irreversibles (Guerrero Vargas, 2012).

Hablando de los métodos para el estudio de la acomodación, se debe medir: amplitud, flexibilidad y repuesta acomodativa; obteniendo estos valores se puede determinar el estado acomodativo del paciente.

La amplitud de acomodación es la máxima capacidad acomodativa que tenemos para enfocar en visión próxima, varía dependiendo de la edad y estado acomodativo de cada persona. Los métodos para evaluarla varían considerablemente, siendo los más usuales el método de acercamiento de Donders, método de Sheard con lentes negativas, y la técnica de retinoscopia dinámica método de estimación monocular (MEM) La amplitud de acomodación de una persona no es constante a lo largo de su vida, sino que disminuye de manera progresiva con el paso de los años; esto se debe al endurecimiento del cristalino lo

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

que dificulta el cambio de forma y por lo tanto el aumento de potencia del ojo. La consecuencia óptica de este proceso es el alejamiento del punto próximo de visión, produciendo dificultad para enfocar objetos cercanos.

Las medidas de amplitud de acomodación tomadas por Donders en el año 1864 dieron lugar a las tablas que llevan su nombre y en las que se relaciona la edad con el valor de la medida. Estas tablas se siguen empleando actualmente como referencia de los valores normales de la población (Carlson, Kurtz, Heath & Hines, 1990; Scheiman & Wick., 2008). Los resultados de Donders fueron modificados por Duane en 1922, quien amplió el estudio al determinar tanto los valores medios, máximos y mínimos correspondientes a cada grupo de edad. Sin embargo, el sistema más utilizado para conocer los valores normales de amplitud en función de la edad son las fórmulas de Hofstetter, basadas en los valores de Duane. Con ellas se pueden obtener valores máximo, medio y mínimo (Borrás, Gispets, Ondategui & Sánchez, 1996).

No queda claro en la mayoría de la bibliografía cual fue el origen de distancias que tomo Donders. Hay quien ubica el origen de las distancias tomadas en el punto nodal objeto del ojo y considera que la medida se tomó en sujetos emétopes o con ametropías bajas. Sin embargo, en la mayor parte de la bibliografía, cuando se describe la medida de la amplitud de acomodación por el método de Donders, se indica que el origen de la medida del punto próximo se tome desde la gafa (Borrás, Gispets, Ondategui & Sánchez, 1996; Scheiman & Wick, 2008).

El procedimiento para medir la amplitud de acomodación por el método de Donders es el siguiente:

- La persona debe estar compensado con las lentes correctivas, para su ametropía, caso contrario se realizará sin lentes correctivos.
- La iluminación ambiente, debe ser elevada.
- La medida puede ser tomada mono o binocularmente, si bien la medida binocular no es puramente acomodativa, ya que está influenciada por las reservas fusiónales.
- En la medida monocular se presenta un test de agudeza visual igual a 1M, en visión próxima, dicho test se va aproximando al ojo hasta que el paciente manifieste "la primera borrosidad mantenida".
- Finalmente, el examinador mide con una cinta métrica la distancia desde la gafa de prueba a la posición en la que se encuentra el test, justo cuando paciente ha referido la "primera borrosidad mantenida".
- El valor de la amplitud de acomodación por el método de Donders, se obtiene al convertir dicha distancia

en su valor dióptrico correspondiente (Pujol, Tapias, Alvarez & Torrents, 1993; Atchinson, 1995).

Un problema asociado a este método es que al usar un solo tamaño de letra (20/30) para una distancia que varía continuamente, se sobreestima la amplitud de acomodación en aproximadamente 2.00 Dpt.

Método de Donders Modificado:

- Se coloca la cartilla a la altura de la nariz del paciente.
- Previamente se coloca lentes negativas de -4.00Dpt.
- Y se aleja lentamente hasta que el paciente pueda leer.
- Se mide la distancia expresada en centímetros empleando la siguiente fórmula.

Otro de los métodos más usados para medir este parámetro, es el método de las lentes negativas o Sheard.

- Se corrige al paciente en visión lejana.
- Se coloca un test en visión próxima con un (tamaño de letra 20/30) en la varilla del foróptero a una distancia de 40 cm.
- Se colocan lentes negativas en pasos de 0.25 Dpt, hasta que el examinado refiera primera borrosidad mantenida.
- El valor correspondiente a la acomodación es el valor obtenido, de la potencia que produce borrosidad más -2.50 Dpt, de acomodación ejercida a la distancia de 40 cm.
- Estas medidas deben realizarse monocular y binocularmente, y repetirse a las menos tres veces, para obtener un valor medio.

El test de visión próxima es una prueba subjetiva, en donde se mide la agudeza visual del paciente, se mide forma monocular y binocular. El optotipo presenta una serie de párrafos con letra creciente la forma de anotación es por medio de la unidad métrica es decir es indicativo para la distancia en la que el ojo discrimina una letra que subtien de en un ángulo de 5 minutos de arco a 1M en el optotipo de V.P.

La diferencia con el Método de Donders es que este método subestima el valor de la amplitud acomodativa, por la disminución del tamaño de la imagen enfocada al observar a través de las lentes negativas. Al realizar el test de forma binocular estará fijo el sistema vergencial (convergencia), en tanto el sistema acomodativo se modifica, por lo tanto, el Método de Sheard nos brindará valores diferentes al anterior, en esta prueba son menos parecidos a las condiciones que normalmente maneja el sistema visual en visión cercana, cuando la acomodación,

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

convergencia y miosis actúan conjuntamente (González, Medrano, Castillo & León, 2013).

Hofstetter al medir la amplitud acomodativa, tomó en cuenta la edad del sujeto, es decir es una técnica subjetiva donde se determina la amplitud esperada para la edad del paciente.

La Flexibilidad o Facilidad Acomodativa es la capacidad de acomodar y relajar la acomodación, mediante el mecanismo que ejerce el músculo ciliar sobre el cristalino, permitiéndole relajar y acomodar dependiendo del estímulo de enfoque. La flexibilidad acomodativa es la habilidad del sistema acomodativo para realizar cambios rápidos de acomodación de forma rápida y eficaz (Borras, Castañe, Ondategui, Pacheco, Peris, & Sánchez, 1993).

En la consulta optométrica es significativo la realización de este parámetro para determinar la facilidad del sistema acomodativo.

Parámetros para realizar la prueba:

- Paciente cómodamente sentado, en condición lumínica natural (normal)
- Emetropizado o en uso de su corrección habitual.
- Uso de lentes positivos y negativos de 2.00 Dpt.
- Cartilla de visión próxima enfocada a 40cm.

Pasos a seguir:

- Comenzamos la prueba con los lentes positivos.
- Pedimos al paciente que nos avise cuando aclare la palabra fijada.
- Posteriormente pasamos al lente negativo.
- El cambio de ambas potencias se denomina ciclos.
- Debemos tomar el tiempo por un minuto.
- La forma correcta de anotación es ciclos por minuto (cpm).

Las propiedades de la flexibilidad acomodativa son: latencia, velocidad y tiempo; es medida de forma monocular y binocular (Hilario Valerio, 2012).

La facilidad se puede medir en visión cercana y lejana. Para medir en visión lejana tomamos una distancia de 4 metros, usando una línea del optotipo y procedemos a colocar el flipper de -2.00 y +2.00Dpt y tomamos los ciclos por un minuto como lo haríamos en visión próxima. La respuesta acomodativa se define como la diferencia en dioptrías entre la respuesta acomodativa y la potencia dióptrica del estímulo y cuando la respuesta acomodativa

es menor que la potencia del estímulo acomodativo se llama LAG acomodativo.

La retinoscopia MEM es útil para evaluar objetivamente la respuesta acomodativa en condiciones binoculares o monoculares, también es usado en la estimación del retraso acomodativo en condiciones monoculares y comprueba el balance acomodativo en V.P.

- Se parte con la corrección habitual.
- El punto de fijación debe ser las cartillas que vienen incluidas al retino, estas deben estar adheridas al retinoscopio.
- Se pide a la persona que deletree en voz alta, pidiéndole que mantenga siempre nítidas las letras.
- El paciente permanece con los ojos abiertos en tanto que el examinador observe las sombras de un ojo.
- El examina se encuentra ubicado a 40 cm del sujeto examinado, se antepone el lente con el cual se puede neutralizar el reflejo.
- El lente no debe permanecer más de 1 segundo colocado, para no modificar la respuesta de acomodación.
- El lente que logre la neutralización indica el LAG acomodativo.
- Se repite el mismo procedimiento en el otro ojo.
- Los valores esperados son +0.25 a +0.75 Dpt.

La tabla 1 expresa la relación que tiene las alteraciones del sistema acomodativo y la edad de la muestra estudio que presentan alteración y los que se mantienen en normalidad.

Tabla 1. Relacionar las disfunciones acomodativas en la muestra según grupo etario de la “Unidad Educativa Arturo Borja” de la provincia de Orellana – Ecuador 2018.

Disfunciones acomodativas	Grupo etario	Frecuencia	Porcentaje
Sin disfunciones acomodativas o Normal.	13	64	31.2
	14	41	20.0
	15	25	12.2
	16	24	11.7
	17	28	13.7
	18	23	11.2
	<b>Total</b>	<b>205</b>	<b>100.0</b>

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

<b>Inflexibilidad acomodativa.</b>	13	2	11.1
	14	3	16.7
	15	3	16.7
	16	5	27.8
	17	2	11.1
	18	3	16.7
	<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100.0</b>
<b>Insuficiencia acomodativa.</b>	13	4	16.66
	14	1	4.16
	15	4	16.66
	16	10	41.66
	17	3	12.5
	18	2	8.33
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100.0</b>
<b>Exceso acomodativa.</b>	13	5	8.9
	14	4	7.1
	15	15	26.8
	16	16	28.6
	17	6	10.7
	18	10	17.9
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100.0</b>	

La tabla 1 indica que existe más estudiantes que no tienen problemas acomodativos, de los 303 estudiantes evaluados, 205 no tienen disfunciones, mientras que, 98 estudiantes presentan alteraciones en sistema acomodativo; el Exceso acomodativo (como disfunción acomodativa) presenta mayor incidencia, con una frecuencia absoluta de 56 estudiantes seguido de la Insuficiencia acomodativa con una frecuencia de 24 estudiantes. En los estudiantes que no presentan disfunción acomodativa predomina la edad de 13 y 14 años, respectivamente; mientras que en el exceso acomodativo 15 y 16 años en ese orden.

Hernández Pavón & Mendoza Martínez (2016), en Managua Nicaragua realizaron un estudio acomodativo a 120 estudiantes, encontrando mayor prevalencia en el Exceso acomodativo, seguido de la Inflexibilidad acomodativa y la de menor presencia la insuficiencia acomodativa, lo cual corresponde con nuestro estudio.

En la tabla 2 se indica el sexo que presentó mayor prevalencia a las disfunciones acomodativas.

Tabla 2. Relacionar las disfunciones acomodativas según sexo de la “Unidad Educativa Arturo Borja” de la provincia de Orellana – Ecuador 2018.

Disfunciones acomodativas	Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Sin disfunciones acomodativas o Normal	Masculino	70	34.1
	Femenino	135	65.9
	<b>Total</b>	<b>205</b>	<b>100.0</b>
Inflexibilidad acomodativa	Masculino	11	61.1
	Femenino	7	38.9
	<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100.0</b>
Insuficiencia acomodativa	Masculino	8	33.3
	Femenino	16	66.7
	<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>100.0</b>
Exceso acomodativo	Masculino	33	58.9
	Femenino	23	41.1
	<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>100.0</b>

En la tabla 2 se muestra que predominan los estudiantes sin disfunciones acomodativas, el sexo más frecuente es el femenino con 135 estudiantes para un 65,9% es decir, tres de cada cuatro mujeres no presentan alteraciones acomodativas. Se destaca que el sexo masculino es de mayor frecuencia; entre las disfunciones acomodativas, el Exceso acomodativo con un 58.9% y la Inflexibilidad acomodativa con una frecuencia de 61.1%.

No existen estudios referidos en la literatura que coincidan o que evalúen los parámetros de nuestra investigación.

Tabla 3. Estado refractivo según grupo etario en la “Unidad Educativa Arturo Borja” de la provincia de Orellana – Ecuador 2018.

Estado refractivo	Grupo etario	Frecuencia	Porcentaje
Amétrope	13	18	14.88
	14	19	15.70
	15	23	19.01
	16	30	24.79
	17	7	5.79
	18	24	19.83
	<b>Total</b>	<b>121</b>	<b>100.0</b>

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

Emétrope	13	58	31.9
	14	30	16.5
	15	25	13.7
	16	25	13.7
	17	31	17.0
	18	13	7.1
	Total	182	100.0

Se puede apreciar en la tabla 3, que predominan los estudiantes Emétrópes con 182 y la edad de 13 años aportó el mayor número con un 31.9%, a diferencia de los Amétrópes que predomina la edad 16 años, con un 24.79%.

Los trabajos que se consultaron no existe referencia o coincidan que evalúen los parámetros de nuestra investigación; pero si existen estudios que hacen una diferenciación de la ametropía en la muestra utilizada, ya que esos estudios investigan una alteración definida.

Tabla 4. Test de Chi-cuadrado para la dependencia entre el estado refractivo y el grupo etario.

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	30.230(a)	5	.000
Razón de verosimilitudes	31.067	5	.000
Asociación lineal por lineal	9.743	1	.002
N de casos válidos	303		

a 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 14.85.

En la aplicación del test de Chi-cuadrado se puede decir que existe relación entre las variables estado refractivo y el grupo etario pues la probabilidad asociada al estadígrafo es de  $p= 0,00$  que es menor que el nivel de significación prefijado de 0,05.

La tabla 5 mediante datos numéricos nos habla sobre el estado refractivo (ametropías y emetropías).

Tabla 5. Estado refractivo según sexo “Unidad Educativa Arturo Borja” de la provincia de Orellana – Ecuador 2018.

Estado refractivo	Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Amétrope	Masculino	56	46.28
	Femenino	65	53.71
	Total	121	100.0
Emétrope	Masculino	65	35.7
	Femenino	117	64.3
	Total	182	100.0

En la tabla 5 se observa que, dentro del estado refractivo predominante, es el Emétrope, el sexo femenino es casi dos veces mayor que el masculino con un 64,3% contra un 35,7%. El comportamiento de los Amétrópes, difiere en su comportamiento respecto al Emétrope, pues existe, aproximadamente, una paridad de caso respecto al sexo.

Tabla 6. Test de Chi-cuadrado para la dependencia entre el estado refractivo y el sexo.

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)	Sig. exacta (bilateral)	Sig. exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3.683(b)	1	.055	.057	.036
Corrección por continuidad(a)	3.239	1	.072		
Razón de Estadístico exacto de Fisher	3.671	1	.055		
Asociación lineal por lineal	3.671	1	.055		
N de casos válidos	303				

a Calculado sólo para una tabla de 2x2.

b 0 casillas (.0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 48.96.

La probabilidad asociada al estadígrafo es de 0,055, como se aprecia en la tabla 6, que es mayor que el nivel de significación seleccionado de 0,05, lo que implica que no existe relación entre el estado refractivo y el sexo, en esta población.

La tabla 7 muestra los valores obtenidos de las edades de los estudiantes, mediante la fórmula de Hofstetter.

Tabla 7. Relación de la amplitud acomodativa, según edad en la muestra “Unidad Educativa Arturo Borja” de la provincia de Orellana – Ecuador 2018.

edad 12.50	Amplitud AcomodativaHofstetter						Total
	12.83	13.16	13.50	13.83	14.16	12.50	
13	0	0	0	0	0	76	76
14	0	0	0	0	48	0	48
15	0	0	0	48	0	0	48
16	0	0	55	0	0	0	55
17	0	39	0	0	0	0	39
18	37	0	0	0	0	0	37
Total	37	39	55	48	48	76	303

Los resultados de la tabla 7 demuestran que los resultados de la amplitud de acomodación (media) obtenida mediante la fórmula de Hofstetter, en relación a las edades de los estudiantes, se encuentran dentro de la normalidad.

Ciertos autores toman como referencia otras pruebas para medir la amplitud acomodativa, tomando como referencia el test de Donders Modificado como método subjetivo y la prueba de Medición Objetiva Dinámica de la Amplitud de Acomodación (MODAA); sin embargo, nuestro estudio requería determinar el grupo etario y la amplitud según la edad, por lo siguiente se tomó como referencia la fórmula de Hofstetter.

La tabla 8 explica las disfunciones acomodativas según la realización del test de flexibilidad acomodativa, monocular para observar el comportamiento del fallo en lentes positivos y negativos.

Tabla 8. Relación de la flexibilidad acomodativa, monocular con las disfunciones acomodativas en la muestra estudio “Unidad Educativa Arturo Borja” de la provincia de Orellana – Ecuador 2018.

Flexibilidad Acomodativa FA	Falla en negativo.	Inflexibilidad acomodada		Insuficiencia acomodativa		Exceso acomodativa		Total	
		fr	FA	fr	FA	fr	FA	fr	
FA-MOD	Falla en negativo.	4	22.2	4	16.7	3	5.4	11	11.22
	Falla en positivo.	14	77.8	20	83.3	53	94.6	87	88.78

Total	18	100	24	100	56	100	98	100	
Test Chi-cuadrado	X2= 244,38		gl= 3		p= 0,00		=0,05		
FA-MOI	Falla en negativo.	4	22.2	7	29.2	5	8.9	16	16.33
	Falla en positivo.	14	77.8	17	70.8	51	91.1	82	83.67
Total	18	100.0	24	100.0	56	100.0	98	100	
Test Chi-cuadrado	X2= 217,49		gl= 3		p= 0,00		=0,05		

Derivado del análisis de la tabla 8 se puede apreciar que FAMOD y FAMOI predomina la falla en lentes positivos, es decir, los estudiantes con exceso acomodativo son mayoría. Al aplicar el test de chi-cuadrado se observa en las tres disfunciones existe diferencias significativas en ellas, pues la probabilidad asociada al estadígrafo es p=0,00, es menor que el error fijado de 0,05. En la tabla 9 nos indica el número de estudiantes que presentan disfunción acomodativa, en relación con la facilidad acomodativa binocular.

Tabla 9. Relación de la flexibilidad acomodativa, binocular con las disfunciones acomodativas, en la muestra estudio “Unidad Educativa Arturo Borja” de la provincia de Orellana – Ecuador 2018.

Flexi-bilidad Acomoda-tiva.	Inflexibilidad acomodada		Insuficiencia acomodativa		Exceso acomoda-tiva		Total	
	FA	fr	FA	fr	FA	fr	FA	fr
FAB	18	18,37	24	24,49	56	57,14	98	100
H- Krus-kal-Wallis	X2 =3,34		Gl=2		P= 0,188			

Como se aprecia en la tabla 9 desde el punto de vista descriptivo, el exceso acomodativo es el de mayor frecuencia con el 57,14% de los casos. Desde el punto de vista inferencial se aplica la prueba no paramétrica de Kruskal- Wallis, para comparar “n” muestras no relacionadas y se obtuvo una p= 0,188 que es mayor que el error fijado del 5%, lo que significa que entre los tres grupos

(Inflexibilidad acomodada, Insuficiencia acomodativa y Exceso acomodativa) no existe diferencias significativas, lo cual está asociado a los dos primeros grupos donde sus comportamientos no difieren significativamente.

Los parámetros establecidos en diferentes estudios no se corresponden a nuestra investigación.

La tabla 10 y 11 explica las disfunciones acomodativas, en relación a la retinoscopia MEM, donde se observarán los valores que se obtienen de esta prueba y la relación con las disfunciones acomodativas.

Tabla 10. Relación de las disfunciones acomodativas según la respuesta acomodativa ojo derecho (retinoscopia MEM).

Disfunciones Acomodativas	MEM OD	FA	Fr
Inflexibilidad acomodativo	+0.25	1	5.6
	+0.50	12	66.7
	+0.75	5	27.7
	Total	18	100
Insuficiencia acomodativo	+1.00	7	29.17
	+1.25	6	25
	+1.50	2	8.33
	+1.75	9	37.50
	Total	24	100
Exceso acomodativo	-1.00	4	7.14
	-0.75	28	50.00
	-0.50	4	7.14
	-0.25	20	35.72
	Total	56	100

En la tabla 10 se demuestra que el exceso acomodativo, presenta más casos significativos, el 50% tiene -0.75 Dpt, seguido del -0.25 Dpt. Destaca que la Inflexibilidad acomodativa el 66% de los casos está en +0.50 Dpt. En las insuficiencias acomodativa resalta el +1.25 Dpt con el 37,50%.

Tabla 11. Relación de las disfunciones acomodativas según la respuesta acomodativa ojo izquierdo (retinoscopia MEM).

Disfunciones acomodativo	MEM OI	FA	Fr
Inflexibilidad acomodativa	+0.25	4	22.4
	+0.50	12	66.7
	+0.75	2	11.1
	Total	18	100

Insuficiencia acomodativa	+1.00	6	25
	+1.25	9	37.5
	+1.50	3	12.5
	+1.75	6	25
	Total	24	100
Exceso acomodativo	-1.00	2	3.57
	-0.75	24	42.86
	-0.50	9	16.07
	-0.25	21	37.50
	Total	56	100

En la tabla 11 se demuestra que el exceso acomodativo, presenta más casos significativos, el 42.86% tiene -0.75 Dpt, seguido del -0.25 Dpt. Destaca que la Inflexibilidad acomodativa el 66% de los casos está en +0.50 Dpt. En las insuficiencias acomodativa resalta el +1.25 Dpt con el 37,50%

Krishnacharya, (2014) también valoró la retinoscopia MEM, obteniendo resultados diferentes a nuestro estudio, por la utilización de otros materiales para la obtención de la respuesta acomodativa.

En la tabla 12 se puede apreciar el estado refractivo de los pacientes que presentaron una disfunción acomodativa.

Tabla 12. Relacionar las disfunciones acomodativas según estado refractivo del paciente en la muestra estudio de la "Unidad Educativa Arturo Borja" de la provincia de Orellana – Ecuador 2018.

Disfunciones acomodativas	Estado Refractivo				Total	
	Amétrope		Emétrope		FA	fr
	FA	fr	FA	fr		
Inflexibilidad acomodativa	6	33.33	12	66.67	18	5.94
Insuficiencia acomodativa	21	87.50	3	12.50	24	7.92
Exceso acomodativo	43	76.79	13	23.21	56	18.48
Total	70	40.26	28	59.74	98	100
Test Chi-cuadrado	X <sup>2</sup> = 72,59		gl= 3		p= 0,00	

En la tabla 12 en relación al estado refractivo con las disfunciones acomodativas se refleja mayor incidencia en un exceso acomodativo acompañado de ametropía, seguido de la insuficiencia con 21 estudiantes amétropes; sin embargo, los alumnos que presentan inflexibilidad acomodativa se mantienen en un estado refractivo emétrope.

Fecha de presentación: diciembre, 2018, Fecha de Aceptación: febrero, 2019, Fecha de publicación: abril, 2019

Los autores en el mundo refieren estudios realizados sobre los defectos refractivos, podemos mencionar que en China en 2010 se determinó que la miopía era la ametropía más frecuente, al igual que en Singapur, estos datos que no se relacionan con nuestra investigación.

## CONCLUSIONES

El 32.34% (98 estudiantes) no estrábicos de la unidad educativa Arturo Borja, de la ciudad de Francisco de Orellana, presentan disfunciones acomodativas; donde el sexo predominante es el femenino, y el grupo etario de mayor representación es de los 13 años.

El exceso acomodativo (como disfunción acomodativa) presenta mayor incidencia, con 56 estudiantes, seguido de la Insuficiencia acomodativa. En el exceso acomodativo predomina la edad de 15 y 16 mientras que en la insuficiencia la edad 16 años. Se destaca que el sexo masculino es de mayor frecuencia en las disfunciones acomodativas.

Los estudiantes emétopes fueron mayoría con 182 y la edad de 13 años aportó el mayor número, a diferencia de los amétopes que prevaleció la edad de 16 años; en ambos grupos el sexo dominante es el femenino.

En los valores de amplitud acomodativa se reportan normalidad en los estudiantes de la muestra estudio. En la flexibilidad acomodativa se evidenció que la mayor incidencia es el exceso acomodativo, reportando falla en el lente positivo (+). En la respuesta acomodativa, el exceso acomodativo presenta más casos significativos, con 56 estudiantes que presentan un lead o adelanto acomodativo en ambos ojos.

Existe una correlación entre las disfunciones acomodativas y el estado refractivo de los estudiantes, siendo el exceso acomodativo y la insuficiencia acomodativa las disfunciones más representativas en estudiantes amétopes, mientras que los estudiantes con inflexibilidad acomodativa se correspondieron con el estado refractivo emétope.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón Domínguez, E. (2017). Anatomía cristalino normal. Recuperado de <https://docplayer.es/62084748-Anatomia-cristalino-normal-capitulo.html>

Armijos, I. (2013). Ecuador Regiones Naturales. Recuperado de <https://blogecuadorregionesnaturales.wordpress.com/2013/03/11/la-region-amazonica/>

Atchinson, D. A. (1995). Accommodation and presbyopia. Londres: Ophthalmic & Physiological Optics.

Barañano, R. (2015). Optometría. Recuperado de <http://rafabaranano.blogspot.com/>

Borras, M., Castañe, M., Ondategui, J., Pacheco, M., Peris, E., & Sánchez, E. (1993). Optometría Manual de Exámenes Clínicos. Barcelona: Ediciones UPC.

Borrás, R. (1999). Visión Binocular: diagnóstico y tratamiento. Barcelona: Alfa-Omega.

Borrás, R., Gispets, J., Ondategui, J. C., & Sánchez, E. (1996). Visión Binocular. Diagnóstico y tratamiento. Barcelona: Edicions UPC.

Caesar, J. (2012). Anatomía del cristalino. Recuperado de <https://es.slideshare.net/JuliCaesar/anatomia-del-cristalino>

Caicedo, E. (2011). Óptica Fábregas. Recuperado de <http://www.opticafabregas.net>

Carbonell Bonete, S. (2014). Prevalencia y Sintomatología de las Disfunciones Acomodativas. Tesis doctoral. Alicante: Universidad de Alicante.

Carlson, N. B., Kurtz, D., Heath, D. A., & Hines, C. (1990). Procedimientos clínicos en el examen visual. Madrid: Génova S.A.

Gil del Río, E. (1984). Óptica Fisiológica Clínica. Barcelona: Toray .

González, J., Medrano, S., Castillo, A., & León, A. (2013). Valores normales de amplitud de acomodación mediante una técnica objetiva en personas emétopes de 35 a 40 años de edad de la Clínica de Optometría de la Universidad de la Salle. Cien. Tecnol. Salud. Vis. Ocul., 11(1), 31-38.

Guerrero Vargas, J. (2012). Optometría Clínica. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina.

Hashemi, H., et al. (2018). Accommodative insufficiency in a student population in Iran. Journal of Optometry, 38(4), 447-455. Recuperado de <http://www.journalofoptometry.org/index.php?p=revista&tipo=pdf-simple&pii=S1888429618300335>

Hernández Pavón, J.L., & Mendoza Martínez, O. E. (2016). *Valoración del estado acomodativo en Estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*. Tesis de licenciatura. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

Hilario Valerio, K. (2012). Optometría. Imagen óptica periodismo con visión, 46. Recuperado de <http://www.imagenoptica.com.mx/pdf/revista46/acomodacion.htm>

Krishnacharya, P. S. (2014). Estudio de la acomodación por autorefracción y refracción dinámica en niños. *Journal of Optometry*, 7, 193-202. Recuperado de <http://www.cnoo.es/download.asp?file=media/gaceta/gaceta498/noticias.pdf>

Levin, L., & Adler, F. (2011). *Adler's physiology of the eye*. Edinburgh: Elsevier Saunders.

López de Letona, C. (2003). Acomodación ocular. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 78(5), 285-286. Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-66912003000500010&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-66912003000500010&lng=es&tlng=es)

Martín, R., & Vecilla, G. (2010). *Manual de Optometría*. Barcelona: Médica Panamericana.

Medrano, S. (2008). Metodos de diagnostico del estado acomodativo. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 10, 87-96. Recuperado de <https://revis-tas.lasalle.edu.co/index.php/sv/article/view/1385>

Pujol, J., Tapias, M., Álvarez, J. L., & Torrents, A. (1993). *Óptica Fisiológica I. Teoría*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.

Scheiman, M., & Wick., B. (2008). *Clinical Management of binocular visión*. Philadelphia: Lippincott Company.