

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

RURD – UNAN MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS

OPTOMETRÍA MÉDICA



Tesis para optar al título de licenciado en Optometría Médica

**“VALORACIÓN DEL ESTADO ACOMODATIVO EN ESTUDIANTES DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE NICARAGUA”**

AUTORES:

BR. JORGE LUIS HERNÁNDEZ PAVÓN

BR. OLMAN ENRIQUE MENDOZA MARTÍNEZ

TUTOR:

DR. ANDREII DVOYNOS

CONTENIDO.

RESUMEN.....	IV
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 ANTECEDENTES.....	3
3 JUSTIFICACIÓN.....	5
4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
5 OBJETIVOS.....	7
6 MARCO TEÓRICO.....	8
7 MATERIAL Y MÉTODO.....	30
8 RESULTADOS.....	37
9 DISCUSION.....	43
10 CONCLUSIONES.....	47
11 RECOMENDACIONES.....	48
12 BIBLIOGRAFÍA.....	49
13 ANEXOS.....	54
14 TABLAS Y GRAFICAS.....	58

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios por habernos brindado salud, sabiduría y entendimiento para lograr finalizar nuestros estudios.

A nuestros padres por darnos la vida y por estar en todo momento dándonos su apoyo incondicional, porque sin ello no habiéramos finalizado nuestros estudios.

Agradecemos al Dr. Miguel Silva por haber impulsado la realización de la optometría médica en nuestro país, agradecemos por los consejos que nos brindó y las experiencias compartidas que de alguna manera nos ayudaron a ser mejores personas y profesionales.

A nuestros maestros por habernos compartido los conocimientos necesarios para crear en nosotros es espíritu del saber, en especial al Dr. Andreii Dvoynos nuestro tutor.

A nuestros amigos, por haber compartido grandes momentos, por apoyarnos en situaciones difíciles y por esa amistad que más que todo es una hermandad.

A todos aquellos docentes que hicieron el sacrificio de estar lejos de sus amigos y familiares por venir y compartir sus conocimientos para que lográramos alcanzar un aprendizaje superior y de calidad.

Agradecemos a todas aquellas personas que participaron voluntariamente, para la realización de este estudio, porque sin ellos no habiéremos logrado llevar acabo esta investigación.

DEDICATORIA

A nuestros padres por todo el apoyo que recibimos de ellos, por el gran esfuerzo que hacían día a día para que pudiéramos llegar a la universidad a recibir las enseñanzas que nos harían convertirnos en grandes profesionales.

A nuestros docentes que nos compartieron sus conocimientos y a aquellos que nos brindaron su amistad, en especial al Dr. Miguel Silva.

Al Dr. Andreii Dvoynos por apoyarnos en la realización de esta investigación, por dedicar tiempo para realizar las revisiones pertinentes de este estudio y por los conocimientos que aprendimos de él en cada materia que nos impartió.

A nuestros amigos que siempre estuvieron con nosotros en el momento que más los necesitamos.

RESUMEN

El principal objetivo del estudio es valorar el estado acomodativo en los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua de la ciudad de Managua, determinando el estado acomodativo en la población en estudio.

En el que se realizó un estudio descriptivo de corte transversal, el universo lo constituyeron todos los estudiantes de la facultad de ciencias médicas y la muestra fue de 120 pacientes seleccionados por conveniencia. Los resultados de los elementos que componen el estado acomodativo se obtuvieron de las pruebas: amplitud de acomodación por acercamiento y con lentes negativas, la flexibilidad acomodativa, acomodaciones relativas y retinoscopía MEM.

Se encontró que el 46.67% de los pacientes presentaron los estándares de normalidad, la anomalía acomodativa que más prevaleció fue el exceso de acomodación con el 25.83%, seguido de la inflexibilidad acomodativa con el 16.87% y la que menos se presentó fue la insuficiencia acomodativa. En el estudio no se encontró relación directa entre las anomalías acomodativas y el género; así mismo, no se encontró relación estadísticamente significativa entre las anomalías acomodativas con respecto al estado refractivo.

De acuerdo a la sintomatología descrita por los pacientes se encontró relación estadísticamente significativa con respecto a las anomalías acomodativas, sin embargo, no se pudo diferenciar si estos se debían a los errores refractivos o a los acomodativos. Concluyendo que es de vital importancia realizar las pruebas acomodativas para la detección de las anomalías acomodativas y para una evaluación optométrica de calidad.

1 INTRODUCCIÓN.

La acomodación es la capacidad del ojo para variar su poder refractivo con el fin de obtener una imagen lo más nítida posible de los objetos de los que deseamos tener información visual y que pueden estar situados a diferentes distancias (Montés-Micó, 2011).

La función acomodativa ha ganado importancia a medida que la evolución del hombre ha modificado su costumbre y hábitos de vida. El último milenio ha llevado al hombre a trabajos y pasatiempos que requieren más que nunca una visión próxima, nítida y eficaz. (Borrás & cols, 2000)

Por tal razón se llevó a cabo este estudio en los estudiantes de la facultad de ciencias médicas para conocer datos sobre las disfunciones acomodativas que en la actualidad no se conocen en la nuestro país, por el simple motivo de que no hay profesionales con los conocimientos necesarios para valorar es sistema acomodativo de la población.

Las anomalías acomodativas se presentan a menudo en la práctica optométrica (Grosvenor, 2004). Con la aplicación de los test para la valoración de la acomodación, se puede identificar la condición acomodativa real de los pacientes y nos permite diagnosticar las anomalías de la acomodación; .A pesar de ello pocos son los estudios que determinen la prevalencia de éstas en la población en general, según la literatura consultada, estas disfunciones pueden estar presentes entre un 0.4% y un 61.7% de pacientes, considerando una población clínica. (Becerra, 2009)

Las disfunciones de la acomodación son aquellas alteraciones totales o parciales presentes en el sistema acomodativo del globo ocular que provocan una inestabilidad del sistema visual perjudicando de manera significativa la vida cotidiana de las personas que padecen alguna de estas alteraciones. (Becerra, 2009)

En cuanto a su clasificación la de Donders es la más empleada y seguida por otros autores. En dicha clasificación, se incluyen la insuficiencia acomodativa, el exceso acomodativo y la inflexibilidad acomodativa. (Carbonell Bonete, 2014). Dicha clasificación será piedra angular para la evaluación de las anomalías acomodativas, principal objetivo de la presente investigación.

El presente trabajo es de tipo descriptivo con un enfoque netamente investigativo el cual parte de la siguiente pregunta: ¿Cuál es el estado acomodativo en estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la universidad nacional autónoma de Nicaragua, Managua?

En el marco teórico se hace mención de las estructuras del ojo, así como las características de cada una. También se presentan los mecanismos y modificaciones de la acomodación, los componentes de ella y los estímulos para la acomodación, también se hace mención de los métodos para valorar el sistema acomodativo, de los valores normales según la literatura consultada y la clasificación de las anomalías acomodativas que hemos utilizado para esta investigación.

Con esta investigación no pretendemos establecer ningún método para valorar el sistema acomodativo, sino que este servirá para concientizar a los actuales y futuros profesionales de la salud ocular, la importancia de investigar y evaluar el sistema acomodativo en la práctica clínica y no solamente refractiva como actualmente se hace en Nicaragua.

2 ANTECEDENTES.

Cacho et al. (1998), estudiaron las disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas en una muestra de 205 pacientes reportando alguna sintomatología, reportando como resultado que 44 sujetos (21.46%) de los 205 con disfunciones acomodativas y binoculares; de esos 44 sujetos, 25 (56,82%) presentaron alteraciones binoculares y 19 (43,18%) alteraciones acomodativas.

En una investigación realizada por *Gutiérrez (2007)* en Ecuador. En la que se evaluó una muestra total de 60 niños. En la cual encontró de mayor predominio la insuficiencia acomodativa respondiendo a 51 (81%) casos, seguida del exceso acomodativo con 5 (8.33%) y finalmente la inflexibilidad acomodativa con 4 (6.67%).

En Aguascalientes, México *González & Colbs (2008)*. Encontraron que la frecuencia de problemas acomodativos en estudiantes universitarios. Para lo cual analizaron una muestra de 63 estudiantes. Obteniendo como resultado que un 39.68% de estos presentaron un exceso acomodativo y éste se presenta más comúnmente a los 18 años; el síntoma que con más frecuencia se presenta es el de fatiga y sueño al leer.

Álvarez (2009), en Colombia evaluó 89 personas entre 17 y 30 años de las cuales fueron seleccionadas 79, para validar la MODAA (Medición Objetiva Dinámica de la Amplitud de Acomodación) como técnica objetiva para medir la amplitud de acomodación. La que fue en promedio similar entre las técnicas de Donders y Sheard con una diferencia de +/-0.30D y entre 1.7 a 2.00D entre estos métodos y la MODAA. La MODAA es una técnica válida para medir la amplitud de acomodación, aunque no es intercambiable con otros procedimientos subjetivos pues se presenta una diferencia de aproximadamente 2.00D.

Medrano (2010), realizó una descripción del estado acomodativo en pacientes con astigmatismos sometidos a cirugía refractiva con la técnica LASIK. Se incluyeron 30 pacientes candidatos a LASIK. En los que se observó que la amplitud de acomodación con el método de Sheard muestra una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) más no clínicamente (0.68D); las demás variables correspondientes a los componentes del estado acomodativo no muestran discrepancias entre el momento pre y el pos. La alteración acomodativa más frecuente después de la cirugía refractiva fue el exceso de acomodación en un 13% (4/30) de los pacientes, teniendo en cuenta que la cifra no varió entre el momento pre y postquirúrgico y un 10% (3/30) presentó inercia acomodativa no evidente pre quirúrgicamente.

En Bucaramanga, Colombia. **Vanessa Reyes & Colbs (2013)**, valoraron la respuesta acomodativa con la prueba del retardo acomodativo y retinoscopía de Nott como prueba esencial para el diagnóstico de alteraciones acomodativas en personas menores de 40 años. En el que participaron 126 con edades comprendidas entre los 5 y 39 años, donde encontraron que el valor predominante de Lag de acomodación fue de +0.50 dp y +0.75 dp para los dos métodos. En el que concluyeron que no existe relación directa ni inversa entre el Lag de acomodación y la edad.

Carbonell (2014) en Alicante, realizó pruebas optométricas a un total de 175 estudiantes de dicha universidad. En donde la disfunción más prevalente fue errores refractivos en un 33%, seguido de disfunciones binoculares con 21%, las acomodativas en un 10.3% y la presencia conjunta de disfunciones acomodativas y binoculares en un 3.4%. Encontró en las disfunciones acomodativas que la anomalía más prevalente fue el exceso de acomodación. Finalmente se notó que tanto las anomalías acomodativas como las binoculares se asocian a síntomas relacionados con dificultad para calcular distancias.

3 JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad con las nuevas costumbres que se han adoptado y los avances tecnológicos, se ha estado requiriendo del uso de una visión próxima nítida, cómoda y eficaz. A consecuencia de ello se está dando la presencia de las distintas alteraciones oculares principalmente de tipo acomodativas las cuales existe gran problemática en nuestro país por no ser diagnosticada y tratada en el tiempo oportuno.

Además una de las principales dificultades para que se realicen dichos estudios es porque en las clínicas optométricas (ópticas) no se evalúa de forma completa el sistema visual, sino que basan todo el examen en la toma de agudeza visual y en la refracción (por autorrefractómetro, en su mayoría). Dejando de lado la valoración clínica de procesos tan importantes como son: motilidad ocular, acomodación, visión binocular, salud ocular, etc. que son necesarios para llegar a buen diagnóstico y solucionar el problema del paciente.

Por tal razón surge la necesidad de realizar un estudio para concientizar a los profesionales de la salud visual, la importancia de realizar un examen optométrico completo, además podremos demostrar la prevalencia con que se presentan las anomalías acomodativas en una población determinada.

Por otra parte el estudio servirá de guía para identificar dichas anomalías en la práctica clínica, con en el fin de optimizar la atención visual primaria que como optometristas médicos es nuestra principal punto de enfoque en el sistema de salud y generar evidencias que tengan impacto a nivel clínico.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

¿Cuál es el estado acomodativo en estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua?

5 OBJETIVOS.

5.1 Objetivo General.

- Valorar el estado acomodativo en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN-Managua.

5.2 Objetivos Específicos.

- Evaluar los elementos que componen el estado acomodativo de la población en estudio.
- Identificar prevalencia de las anomalías acomodativas en la población en estudio.
- Determinar la relación entre sintomatología presentada y alteraciones acomodativas.

6 MARCO TEÓRICO.

6.1 El ojo como sistema óptico.

Gracias a que los ojos funcionan en forma sincronizada podemos tener una visión panorámica y tridimensional del mundo que nos rodea. Un 50% de la información acerca de él es aportada por la visión. Cada ojo recibe y procesa los estímulos luminosos transformando éstos en impulsos fotoeléctricos que van al formar imágenes en nuestro cerebro. Para que esto ocurra debemos tener integridad en las estructuras anatómicas de nuestros ojos. (Alió, & cols, 2005)

Así como transparencia de los medios a través de lo cual la luz penetra al ojo y un adecuado balance de los poderes refractivos de cada uno de ellos. El ojo tiene un poder refractivo de aproximadamente 60 dioptrías, de las cuales la córnea, con su radio de curvatura de 7.8mm, aporta aproximadamente $\frac{3}{4}$ a $\frac{2}{3}$ del poder refractivo (+43D) y el tercio restante es aportado por el cristalino. En la refracción también influye la longitud axial del ojo. (Arentsen, 2011)

6.1.1 Estructura anatómica del ojo.

En la parte anterior de la capa externa y a continuación de la esclera se diferencia la córnea, de mayor curvatura que el resto del globo ocular y a través de la cual entra la luz. La cornea es transparente y aproximadamente esférica con un radio de curvatura de aproximadamente 8 mm. (Puell Marín, 2000) La esclera tiene un color blanquecino, su grosor va de 0,3 a 1,0 mm y proporciona protección al contenido ocular. Tiene dos aberturas, la anterior, donde se encuentra la córnea, y la posterior, que da paso al nervio óptico y se llama lámina cribosa. La esclera y la córnea están formadas principalmente por colágeno, lo que permite la transparencia, en cambio en la esclera la disposición de las fibras es desordenada, lo que impide la transparencia. (Peña, 2002)

La capa media del ojo es la úvea en la que se diferencian el iris en la parte anterior, la coroides en la parte posterior, y el cuerpo ciliar en la parte intermedia. El iris tiene una importante función óptica al regular el tamaño de su apertura, el cuerpo ciliar es importante para el proceso de la acomodación, y tanto el cuerpo ciliar como la coroides intervienen en importantes procesos vegetativos. (Puell Marín, 2000). La capa más interna del ojo es la retina, que es una extensión del sistema nervioso central y está conectada con el cerebro por el nervio óptico. (Adler, 1987)

El interior del ojo está dividido en tres compartimentos: (Puell Marín, 2000) La cámara anterior, entre la córnea y el iris, que contiene el humor acuoso.

Cámara posterior. Se encuentra por detrás del iris y por dentro del cuerpo ciliar, llenando los espacios entre las zónula. (Buehren & colbs, 2006)

Las cámaras anterior y posterior se encuentran llenas de un líquido llamado humor acuoso. El humor acuoso se produce en el cuerpo ciliar, pasa por la cámara posterior, atraviesa la pupila y llega a la cámara anterior. El 85 % del humor acuoso sale por el ángulo formado por la córnea y el iris, llamado ángulo iridocorneal, donde se encuentra el trabéculo, de allí pasa al conducto de Schlemm y luego a la circulación venosa, a esta vía de salida del humor acuoso se le llama vía trabecular. El 15 % restante sale por entre las fibras del músculo ciliar, ubicado en el cuerpo ciliar y de allí a la circulación venosa de la úvea, esta vía alternativa de salida del humor acuoso se llama vía uveoescleral. (Peña, 2002)

Cámara vítrea. Se ubica por detrás del cristalino y del cuerpo ciliar y colinda por atrás por la retina. La cámara vítrea está rellena por un gel transparente llamado cuerpo vítreo, compuesto principalmente por agua y cuya consistencia gelatinosa se debe a la presencia de ácido hialurónico. La parte más externa del vítreo es más densa, llamada hialoides, hay una hialoides anterior y una hialoides posterior. (Fisher, 1969)

6.1.2 Estructura óptica y formación de la imagen.

La luz entra en el ojo a través de la córnea, para ser enfocada en la retina después de la refracción en la córnea, el elemento refractivo de mayor potencia, y la lente del cristalino. La luz se refracta de forma muy acentuada en la superficie corneal anterior debido a que la parte esférica central tiene una curvatura muy acentuada y a que existe una gran diferencia entre los índices de refracción del aire (1) y de la córnea (1,376). Sin embargo, la refracción en la cara posterior de la córnea es muy poco significativa debido a que el índice refractivo de la sustancia corneal es prácticamente igual al del humor acuoso. A continuación, la luz se vuelve a refractar otra vez cuando alcanza la cara anterior y posterior del cristalino. (Bharadwaj & Schor, 2005)

En este caso, el índice de refracción de la sustancia del cristalino es significativamente más alto que el de los humores acuoso y vítreo, pero las diferencias en las interfaces no son tan acusadas como la existente entre la córnea y el aire y por lo tanto la potencia refractiva es menor. Se deduce que la mayor parte de la refracción ocular tiene lugar en la superficie anterior de la córnea, cuyo poder refractivo (unas 40-45 D) es más del doble del que posee el cristalino (alrededor de 20 D). El diámetro del haz de luz incidente se controla mediante el iris, que forma el diafragma del ojo. La abertura en el iris se llama pupila. Como ocurre en todos los sistemas ópticos, el diafragma es un componente muy importante del sistema que afecta a un amplio rango de procesos ópticos. (Puell Marín, 2000)

6.1.3 La Córnea.

La córnea es el tejido anterior transparente y avascular del ojo, sus diámetros son de 12 mm en 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 1 mm adyacente a la esclera. El poder de refracción de la córnea es de aproximadamente 43 dioptrías. En el recién nacido la córnea es

relativamente grande, midiendo cerca de 10 mm en sentido vertical, alcanza el tamaño adulto el primer año de vida. (Landeo, 2015)

El radio de curvatura de la superficie posterior de la córnea tiene un valor medio de aproximadamente 6,8 mm, menor que el de la cara anterior, lo que determina que la córnea tenga una forma de menisco cóncavo donde los bordes son más gruesos que el centro. El espesor central tiene valores entre 0,5 y 0,6 mm y el espesor periférico alrededor de 0,7 mm. En cuanto al índice de refracción, cada capa de la córnea tiene su propio índice de refracción, pero puesto que el estroma es la capa más gruesa, su índice de refracción es el que predomina, éste se sitúa entre 1,36 y 1,38 un valor intermedio entre el colágeno (1,55) y la sustancia fundamental (1,34). Para las lágrimas se considera un índice de 1,336. (Puell Marín, 2000)

La superficie anterior de la córnea también se caracteriza por un aumento progresivo del radio de curvatura conforme aumenta la distancia al ápex de la superficie, que resulta en un aplanamiento de la superficie hacia la periferia y en una disminución de la potencia. Este aplanamiento de la córnea sirve para reducir la aberración esférica y para que la unión con la parte principal del globo ocular sea suave. (Glasser, 2006)

La zona central de la córnea (zona óptica) es la región más importante desde el punto de vista de la óptica ocular ya que es la que actúa fundamentalmente en la formación de las imágenes retinianas en visión fotópica (diurna). Esta zona se puede considerar casi esférica, de 4 mm de diámetro aproximadamente. Sin embargo, en la visión nocturna también interviene la parte periférica de la córnea ya que en esta situación la pupila se dilata. La forma de la superficie posterior de la córnea es de menor importancia que la forma de la superficie anterior debido a la pequeña diferencia del índice refractivo en el límite posterior de la córnea. (Puell Marín, 2000)

6.1.4 Cámara Anterior.

La cámara anterior es la cavidad situada detrás de la córnea y delante del iris y del cristalino. Está rellena de un líquido incoloro cuyo contenido en agua es del 98% por lo que se denomina humor acuoso y que a diferencia de los otros medios ópticos que componen el ojo presenta un índice de refracción perfectamente definido en toda su extensión siendo por ello un medio homogéneo. (Heath, 1956)

La profundidad de la cámara anterior, medida a lo largo del eje óptico, está determinada por la distancia desde el vértice de la cara posterior de la córnea hasta el polo anterior del cristalino, pero a veces también se incluye en esta medida el espesor corneal. Sus valores están entre 3 y 4,5 mm, aceptándose un valor medio de 3,6 mm. (Puell Marín, 2000)

La potencia del sistema óptico ocular está ligeramente afectada por la profundidad de la cámara anterior, de tal manera que si todos los demás elementos no cambiasen, una disminución de 1 mm en la profundidad de la cámara anterior incrementaría la potencia total del ojo aproximadamente 1,4 D y un aumento de la profundidad disminuiría proporcionalmente la potencia dióptrica ocular. (Puell Marín, 2000)

6.1.5 Iris y Pupila.

Su función es regular la cantidad de luz que pasa hacia la retina a través de la pupila. Ésta es una abertura central circular que varía de diámetro en función del nivel de iluminación pasando desde 2-3 mm con luz brillante hasta alrededor de 8 mm en condiciones de oscuridad. (Puell Marín, 2000)

El tamaño de la pupila disminuye conforme aumenta la edad. Para el ojo adaptado a la luz se pueden considerar diámetros típicos de 4,8 mm a los 10 años, 4,0 mm a los 45, y 3,4 mm a los 80 años. Para el ojo en la oscuridad total los diámetros más frecuentes son, 7,6 mm a los 10 años, 6,2 mm a los 45, y 5,2 mm a los 80 años. (Adler, 1987)

6.1.6 Cristalino.

El cristalino, que está contenido en una cápsula elástica, es una lente biconvexa de potencia dióptrica variable que puede enfocar a diferentes distancias gracias al mecanismo de la acomodación y cuya característica principal es su heterogeneidad física y óptica. La superficie anterior está en contacto con la cara posterior del iris y está bañada por el humor acuoso, mientras que la superficie posterior está en contacto con el humor vítreo, un gel transparente que ocupa el segmento posterior del ojo y cuyo índice refractivo se puede considerar igual al del humor acuoso 1,336. (Puell Marín, 2000)

A lo largo de toda la vida la lente continúa su crecimiento en grosor mediante la formación de nuevas capas de fibras en la parte externa. Como resultado normal de este proceso de envejecimiento la lente pierde flexibilidad y transparencia con el aumento de la edad. La cápsula del cristalino juega un importante papel en el proceso de acomodación. Los ligamentos suspensorios de la zónula de Zinn, que se extienden desde la periferia de la cápsula elástica que rodea el cristalino hasta el cuerpo ciliar, sostienen la lente y controlan la curvatura de sus superficies a través de las variaciones en la tensión de la zónula producidas por la acción del músculo ciliar. Este proceso origina un cambio en la potencia equivalente del cristalino y por lo tanto en la potencia ocular, permitiendo al ojo enfocar objetos a diferentes distancias. (Adler, 1987)

El espesor central, que es la distancia entre los polos o vértices de las dos superficies, tiene un valor medio en el ojo adulto sin acomodar alrededor de 3,7 mm, que con la edad aumenta. Durante la acomodación, el espesor central se incrementa y el vértice de la superficie anterior se desplaza hacia delante reduciendo la profundidad de la cámara anterior. También con la edad esta profundidad se hace cada vez menor. (Puell Marín, 2000)

La distribución del índice de refracción del cristalino varía según los diferentes puntos que se consideren ya que se trata de un medio ópticamente heterogéneo debido a su estructura en

capas y a la compresión ejercida sobre las capas más internas. En la zona biconvexa central llamada núcleo el índice de refracción es casi constante con un valor alrededor de 1,41, que es más elevado que el de la zona cortical periférica que lo rodea (1,38), donde las variaciones en el índice son mayores. Este aumento progresivo de la densidad óptica hacia el interior aumenta notablemente el poder convergente del cristalino y produce una progresiva y continua refracción de los rayos. (Alió, & cols, 2005)

Asimismo puede mejorar la calidad de la imagen mediante la reducción de la aberración esférica. Esta estructura del cristalino y la potencia, comparativamente mayor de su núcleo, tienen gran importancia biológica ya que permiten a) una mayor potencia refractiva, b) una disminución de errores ópticos como las aberraciones esférica y cromática, c) una reducción de la dispersión de luz dentro del ojo, y d) que la acomodación se ejerza con un margen cerca del doble del que le correspondería al cristalino sino tuviera esas características. (Grosvenor, 2004)

6.1.7 La Retina.

Se extiende sobre la superficie interna de la parte posterior del globo ocular hasta casi el cuerpo ciliar, internamente está en contacto con el cuerpo vítreo y externamente con la coroides. Su estructura es muy compleja tanto anatómica como funcionalmente ya que se trata de una prolongación del sistema nervioso central donde comienza el proceso de análisis de la información luminosa. La retina contiene dos tipos de fotorreceptores, bastones y conos, que constituyen dos sistemas distintos que operan a diferentes niveles de luminancia. Los conos son responsables de la visión diurna y los bastones funcionan con la débil luz que está presente en el crepúsculo y en la oscuridad. (Kaufman & cols, 2004)

La parte central de la retina, llamada mácula lútea, se distingue por la presencia de un pigmento carotenoide amarillo no fotolábil y por tener mayor densidad de conos que la retina periférica. Esta zona macular tiene un diámetro de 5,5 mm y en su centro existe una depresión

o fovea aproximadamente circular de 1,5 mm de diámetro (5° subtendidos en el punto nodal imagen) con un área central de mayor sensibilidad para la percepción de los detalles, la foveola, poblada solamente por conos muy finos. Cuando los dos ojos dirigen la mirada hacia un objeto su imagen se sitúa sobre cada una de las foveas. Se puede considerar como parte de una superficie esférica cóncava con un radio de curvatura alrededor de -12 mm. Esta curvatura se aproxima a las condiciones ópticas ideales para obtener una mayor eficacia de la visión periférica. (Puell Marín, 2000)

6.2 Acomodación.

El proceso acomodativo involucra una serie de cambios como la miosis pupilar, el abombamiento del cristalino, la activación de las zónulas y la convergencia de los rayos en la fovea; cambios que se producen al trabajar en visión próxima o al fijar en diferentes distancias; presentes en las actividades diarias laborales, académicas o personales; con el uso constante de computadores, alternando la fijación entre un texto ubicado en visión próxima y otro en visión lejana. Estos cambios de enfoque se presentan de forma habitual y actualmente con una mayor exigencia al intentar mantener una imagen clara durante un período prolongado de tiempo. (Becerra, 2009)

6.2.1 Mecanismo y modificaciones de la acomodación.

6.2.1.1 Triada acomodativa.

Además de la variación de la potencia dióptrica del ojo durante la acomodación, se producen dos cambios fisiológicos más: una convergencia ocular o 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 «tríada de la acomodación» o «tríada acomodativa», y la acción asociada entre los tres mecanismos se conoce como «sincinesia». (Montés-Micó, 2011)

6.2.1.2 Proceso acomodativo.

El mecanismo de acomodación se desencadena a partir de una imagen desenfocada en la retina. (Furlán, García, & Muñoz, 2009) La información se envía a través del nervio óptico al área 19 y después al núcleo de Edinger - Westphal ubicado en el mesencéfalo y que contiene las neuronas motoras parasimpáticas de primer orden que inervan posteriormente mediante sinapsis al músculo ciliar. De ahí, la información pasa por el III par al cuerpo ciliar, donde se produce la respuesta. (Colome, 2003) El musculo ciliar se contrae desplazándose ligeramente hacia el frente. (Furlán, García, & Muñoz, 2009). La contracción del esfínter provoca una reducción del diámetro del músculo ciliar. (Colome, 2003)

La tensión en las zonas anteriores disminuyen y estas se relajan. Como consecuencia de esto desaparecen las deformaciones locales en la capsula que se conocen como el dentado ecuatorial del cristalino. (Furlán, García, & Muñoz, 2009) Las fuerzas elásticas de la capsula del cristalino y las propiedades viscoelásticas de su núcleo hacen que adopte una forma más esférica aumentando su potencia. Su cara anterior avanza, disminuyendo su radio de curvatura. Paralelamente, la cara posterior retrocede y también disminuye su radio de curvatura aunque en menor proporción que la cara anterior. El resultado neto es que el espesor central del cristalino aumenta en un 75%. Como efecto concomitante la profundidad de la cámara anterior disminuye en el centro y aumenta en la periferia. (Furlán, García, & Muñoz, 2009)

Asociada a los cambios en el cristalino y en la cámara anterior, se produce una contracción pupilar (miosis), que contribuye a disminuir las aberraciones inducidas por estos cambios y a aumentar la profundidad de foco del ojo. (Furlán, García, & Muñoz, 2009)

6.2.2 Componentes de la acomodación.

6.2.2.1 Acomodación refleja.

Es el ajuste automático del estado refractivo con el fin de obtener y mantener una imagen nítida y enfocada en la retina en respuesta a una señal de emborronamiento. Esto ocurre para cantidades relativamente pequeñas de emborronamiento, hasta 2D 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 produciendo múltiples gradientes en la luminancia de la imagen en la retina sobre la fovea a partir de los 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. (Montés-Micó, 2011)

6.2.2.2 Acomodación vergencial.

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 origina el ratio de acomodación de convergencia por unidad de convergencia (CA/C). La acomodación vergencial es probablemente la segunda componente más importante de la acomodación. El valor aproximado en individuos jóvenes es de aproximadamente 0,4D por ángulo métrico de convergencia. (Montés-Micó, 2011)

6.2.2.3 Acomodación proximal.

Es la acomodación que se produce por la 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. (Alvarez & Tapias, 2009)

6.2.2.4 Acomodación tónica.

Es la acomodación que se manifiesta en la 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. (Felipe Marcet, 2009)

6.3 Estímulos para la acomodación.

La acomodación se puede estimular por varios métodos como son: (Scheiman & Wick, 1996)

- 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,
- 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.

6.4 Métodos para valorar la acomodación.

6.4.1 Amplitud de acomodación.

La amplitud de acomodación es la máxima cantidad de acomodación que el sistema ocular y visual puede realizar. Es un examen cuantitativo de acomodación y, como tal, debe realizarse de forma monocular para evitar el efecto de la convergencia. No obstante, también puede realizarse de forma binocular. (Borrás García & Colbs, 1999)

6.4.1.1 Método de Donders (por acercamiento) (Borrás García & Colbs, 1999)

Objetivo.

- Determinar la máxima capacidad acomodativa del ojo, mediante el acercamiento de un test.

Material.

- Ocluser.
- Optotipo de máxima AV en VP.
- Regla o cinta métrica.

Método.

- El paciente debería estar utilizando el valor del examen subjetivo. Si el examen se realiza a través de cualquier otra potencia dióptrica, el resultado del examen puede verse alterado.
- El optotipo de cerca debe estar bien iluminado.
- Ocluir OI.
- Indicar al paciente que fije su atención en las letras de máxima AV de cerca del OD (en niños utilizar un pequeño dibujo con detalles).
- Lentamente, partiendo de una distancia de 50 cm aproximadamente, acercar la tarjeta hacia el paciente hasta que indique que las letras se ven borrosas de forma constante.
- Medir la distancia, en cm, desde la tarjeta al plano de la córnea y convertirla a dioptrías. Este será el valor de la amplitud de acomodación de OD ($\text{Amp. Aco.} = 100/\text{dcm}$). En caso de que el paciente lleve gafas mediremos desde el test hasta el plano de las lentes.

- Este procedimiento puede repetirse varias veces para determinar la calidad de la acomodación.
- Repetir el examen con OD ocluido para determinar la amplitud de acomodación del OI.
- Repetir el examen con ambos ojos abiertos, si se desea determinar la amplitud de acomodación binocular.

Valores Normales. (Ver tabla 1)

Se sospecha una deficiencia acomodativa si encontramos una amplitud de acomodación inferior en 2D o más del valor esperado por la tabla de Donders. También puede compararse el valor de amplitud de acomodación del paciente con el determinado con las fórmulas de Hofstetter. (Borrás García & Colbs, 1999) (Ver formulas en tabla 2)

Observaciones.

La amplitud de acomodación de ambos ojos debe ser similar y, en todo caso, no diferenciarse en más de 1 dioptría. En ausencia de anomalías de convergencia, la amplitud de acomodación binocular suele ser 0,50 D. superior que la monocular. (Borrás García & Colbs, 1999)

6.4.1.2 Método de Sheard (Lentes Negativas) (Borrás García & Colbs, 1999)

Objetivo.

- Determinar la máxima capacidad acomodativa del sistema visual mediante la adición de lentes negativas.

Material.

- El examen suele realizarse con foróptero.
- Barra y optotipo para VP.

Método.

- El paciente utiliza el valor del examen subjetivo de VL (o la refracción habitual si es similar).

- Situar el test a 40 cm con buena iluminación sobre él.
- Ocluir OI.
- Pedir al paciente que fije su atención en unas letras de AV ligeramente inferior a su máxima visión.
- Añadir lentes negativas en pasos de 0,25 D sobre OD, dando tiempo al paciente para enfocar. Indicar que avise cuando las letras no se vean nítidas y no puedan enfocarse.
- La amplitud de acomodación es la suma del valor de las lentes negativas adicionadas más 2,50 D (que es la demanda de acomodación que se crea al situar un optotipo a 40 cm).
- Repetir el examen con OD ocluido para determinar la amplitud de acomodación de OI.
- También puede realizarse el examen de forma binocular, teniendo presente que su valor vendrá condicionado por la convergencia fusional negativa. El examen binocular no es un verdadero examen de acomodación.

Valores Normales. (Ver en tabla 3)

Sospechar una disfunción acomodativa si la amplitud de acomodación del paciente es 2D inferior al valor esperado por la tabla de edades. La amplitud de acomodación de ambos ojos debe ser similar y, en todo caso, no diferenciarse en más de 1 dioptría. (Borrás García & Colbs, 1999)

6.4.1.3 Parámetros que influyen en la medida de la amplitud de acomodación.

Como ya se ha mencionado, el mecanismo de acomodación se produce por una imagen desenfocada en la retina. No obstante, para que este mecanismo actúe debe cumplir una serie de requisitos en cuanto a su tiempo de presentación, a su tamaño mínimo, al tipo de detalle que se presenta y a su contraste. (Furlán, García, & Muñoz, 2009)

El tiempo de reacción con el mecanismo acomodativo desde que se inicia hasta que se estabiliza dura entre un segundo y segundo y medio, dependiendo si se pasa de visión lejana a

visión próxima o viceversa. Por lo tanto, el estímulo debe estar presente al menos un segundo para que la respuesta sea completa. Evidentemente este factor es importante en la medida de la amplitud de acomodación, pues condiciona la velocidad de acercamiento del test por el método de Dóndes o la frecuencia del cambio de lentes con el método de Sheard. (Furlán, García, & Muñoz, 2009)

Por otra parte en lo que se refiere al propio test la respuesta acomodativa es más exacta cuando más detalle tenga el test, siempre cuando no supere los límites de resolución del ojo. Si el estímulo es por ejemplo un opto tipo de letras, el ojo acomodará menos para ver las letras grandes que para ver las pequeñas por que las reconocerá antes. Otro parámetro importante es la luminancia del test, que debe tener un valor adecuado para que éste presente un buen contraste. (Bharadwaj & Schor, 2005)

6.4.2 Flexibilidad acomodativa.

Es la capacidad que tiene el sistema acomodativo, para responder a niveles de demanda altos, en los cuales se estimula y se relaja dicha acomodación, pero además se valora la habilidad de mantener estos cambios por cierto tiempo. Las propiedades de la habilidad acomodativa son: latencia, velocidad y tiempo. También es conocida como facilidad acomodativa y flexibilidad de la acomodación. (Scheiman & Wick, 1996)

El propósito de la flexibilidad acomodativa es evaluar la calidad, resistencia y dinamismo de la acomodación. Es importante evaluar no solo la cantidad sino también la calidad de la acomodación, existiendo diversas causas funcionales que pueden alterar la flexibilidad acomodativa, y por lo tanto alterar a la eficacia de la visión binocular. (Grosvenor, 2004)

Objetivo

Valorar la habilidad del sistema visual para realizar cambios acomodativos de forma rápida y eficaz. Es un examen cualitativo, que se realiza en VL y VP.

Material

- Lentes sueltas de la caja de prueba de ± 2.00 D o flippers esféricos de la misma potencia.
- Optotipo de letras de AV ligeramente inferior a la visión del ojo con peor agudeza.
- El paciente puede estar utilizando o no su refracción habitual o bien el valor del examen subjetivo previamente efectuado (en función de las condiciones en las que queramos realizar la evaluación).
- Ocluser.

6.4.2.1 Método de examen en VL (Borrás García & Colbs, 1999)

- Este examen debe efectuarse en condiciones mono y binoculares.
- Ocluir OI. Pedir al paciente que mantenga su atención en el optotipo situado a 5 m.
- Anteponer una lente de -2.00 D e indicar al paciente que nos avise en el momento en que recupere la nitidez de la imagen. Cuando ésta se produzca, retirar la lente y esperar nuevamente a que recupere la nitidez.
- Continuar el examen durante 1 minuto y anotar los ciclos que puede realizar en este tiempo, con OD.
- Repetir el examen de forma idéntica sobre OI (OD ocluido). Anotar el resultado en cpm.
- Repetir nuevamente el examen en condiciones binoculares (ambos ojos abiertos), realizando cambios de -2.00 D/Neutro. Es importante recalcar la necesidad de que las letras sean vistas de forma nítida y simple. Anotar el resultado binocular, en cpm.

Posibles respuestas

Al realizar el examen binocular el paciente nos refiere visión simple pero borrosa: no retirar las lentes, sino esperar el tiempo necesario para que se aclaren las letras (máximo 1 minuto). Al realizar el examen binocular el paciente nos refiere diplopía: problema de reservas fusionales insuficientes. Esperar un tiempo prudencial para ver si se consigue la visión nítida y simple (máximo 1 minuto).

Observaciones

El examen monocular es un verdadero examen de flexibilidad de acomodación. El examen binocular no tan solo es un examen acomodativo sino de convergencia. Así problemas en la vergencia fusional negativa en VL pueden ser la causa de bajos valores en la realización de este examen binocular. Si una persona tiene dificultad en realizar el examen mono o binocularmente, puede ser adecuado reducir la potencia de dichas lentes. Anotar tanto el resultado de la prueba como el valor de las lentes empleadas.

6.4.2.2 Método de examen en VP (Borrás García & Colbs, 1999)

De forma similar, pero no igual, puede determinarse la flexibilidad de acomodación en VP.

- Para ello se sitúa un optotipo de letras de AV .20/30, a la distancia a la que se desee realizar el examen (por lo general a 40 cm).
- Se ocluye OI y se antepone una lente de +2.00 D delante del OD. Esperar que el paciente refiera visión nítida y cambiar la lente por un -2.00 D. Repetir el proceso durante 1 minuto y anotar el resultado en ciclos por minuto.
- Repetir el examen en OI. Anotar el resultado.
- Repetir el examen en forma binocular. Anotar el resultado.

Posibles respuestas

Al realizar el examen binocular el paciente nos refiere visión simple pero borrosa: no retirar las lentes, sino esperar el tiempo necesario para que se aclaren las letras (máximo 1 minuto). Al realizar el examen binocular el paciente nos refiere diplopía: problema de reservas fusionales insuficientes. Esperar un tiempo prudencial a ver si se consigue la visión nítida y simple (máximo 1 minuto).

Valores normales. (Ver tabla 4)

6.4.3 Acomodación relativa.

La acomodación relativa es la capacidad del cristalino de responder a estímulos esféricos positivos (ARN) y posteriormente a estímulos esféricos negativos (ARP) de forma gradual, controlando en lo posible el factor de convergencia, de aquí el nombre de relativa; es una respuesta propia de la conocida: triada de acomodación. (Borrás & cols, 2000)

Cuando se presenta una modificación en la acomodación, ésta será acompañada por un reflejo de convergencia acomodativa, el cual se presenta para mantener la visión binocular simple, que sólo puede lograrse con un esfuerzo de las vergencias fusionales contrarias, que compensen el cambio de la convergencia acomodativa. (Berrojo, Escolar, Gómez, & Ronda, 2002)

Esta forma subjetiva de valorar la acomodación en condiciones binoculares aporta información sobre el grado de colaboración entre el sistema acomodativo y el binocular. Los resultados deben ser interpretados considerando que en la situación en la que se encuentra el paciente, cualquiera de los dos sistemas puede estar fallando. (Scheiman & Wick, 1996)

Objetivo

Determinar las máximas variaciones de estímulo de acomodación que puede efectuarse en VP, manteniendo la convergencia constante. Para ello el paciente debe mantener visión simple y nítida del optotipo.

Material

Foróptero.

Optotipo de AV igual a la agudeza del ojo con peor visión.

Método

- El paciente puede estar utilizando su refracción habitual o bien el valor del examen subjetivo previamente efectuado, que es lo más corriente.
- DIP ajustada a visión cercana.
- Indicar al paciente que fije su atención en el optotipo de letras situado a 40 cm.
- Adicionar lenta y binocularmente esferas positivas sobre el valor del subjetivo en pasos de 0,25 D, hasta que se produzca el primer punto de borrosidad mantenida.
- Anotar el valor de las lentes adicionadas a la refracción previa del foróptero. Es la **acomodación relativa negativa** (negativa en cuanto que se provoca una relajación de la acomodación).
- Volver a colocar las lentes del subjetivo en el foróptero y adicionar lenta y binocularmente esferas negativas, en pasos de 0,25 D, hasta que se produzca el primer punto de borrosidad mantenida del optotipo.
- Anotar el valor de las lentes adicionadas a la refracción previa del foróptero. Es la **acomodación relativa positiva** (positiva en cuanto que se provoca una estimulación de la acomodación).
-

Posibles respuestas

Al realizar el examen no se produce la visión borrosa sino diplopía: tomar este punto como final y anotar el resultado especificando la visión doble referida por el paciente.

Observaciones

Recordemos que por el hecho de ser un examen binocular la convergencia va a limitar los resultados, ya que: Al determinar la acomodación relativa negativa existe una demanda de convergencia fusional positiva. Al determinar la acomodación relativa positiva existe una demanda de convergencia fusional negativa. Cuando no se indica lo contrario se supone que el examen se ha realizado a través del subjetivo en VL.

Valores normales

Se consideran valores estadísticamente normales los de:

- ARN: $+2,00 \pm 0.50$ D.
- ARP: -2.37 ± 0.50 D. (en pacientes no presbítas)

NOTA: Es frecuente y normal encontrar en pacientes jóvenes valores de ARP más elevados. (Borrás García & Colbs, 1999)

6.4.4 Retinoscopía MEM.

La retinoscopía MEM tiene como propósito la estimación del retraso acomodativo en condiciones binoculares y comprobar el balance acomodativo de cerca. Para la valoración de la retinoscopía MEM las lentes utilizadas para neutralizar las sombras no se colocan en el foróptero, estas se sitúan durante unos 2 segundos, se aprecia el movimiento de las sombras y se retiran, así no se altera el estado acomodativo binocular. (Becerra, 2009)

Valores esperados

Normalmente se presenta una tarjeta a 40 cms que representa un estímulo acomodativo de 2.50 D. Las normas esperadas para la retinoscopía MEM son de +0.50 Dpt. a +0.75 Dpt.

6.5 Anomalías de la acomodación.

La presencia de cualquier anomalía en alguno de los sistemas acomodativo o vergencial puede provocar la aparición de las denominadas disfunciones acomodativas y binoculares no estrábicas. En la sociedad actual, en la que el énfasis de la visión se asocia a tareas en visión próxima, puede ocurrir que el sistema visual sea incapaz de desarrollar este tipo de actividades eficientemente porque no tenga una adecuada respuesta vergencial o acomodativa, pudiendo llegar a desarrollar un disconfort visual o sufrir fatiga o astenopía ocular, y disminuir su rendimiento visual. (Montés-Micó, 2011)

6.5.1 Insuficiencia de Acomodación.

La insuficiencia acomodativa es la condición en la cual la amplitud de acomodación del sujeto es menor que la esperada para su edad. (Carbonell Bonete, 2014)

Síntomas: Están relacionados generalmente con el trabajo en visión cercana; (Camacho Montoya, 2009)

- Fatiga y Somnolencia,
- Visión borrosa de cerca,
- Perdida de comprensión le lectura con el tiempo,
- Dolor de cabeza,
- Tensión ocular,
- Problemas de lectura, Movimiento de las letras,
- Sensación de tirantez alrededor de los ojos,
- Evitar la lectura u otras tareas de cerca.

Signos: Medidas directas de la estimulación acomodativa; (Camacho Montoya, 2009)

- Amplitud de acomodación reducida
- Dificultad para aclarar -2.00 en la flexibilidad acomodativa monocular
- Valor MEM alto
- Medidas indirectas de la estimulación acomodativa;
- ARP reducido

6.5.2 Exceso de Acomodación.

Síntomas: Están relacionados generalmente con el trabajo en visión cercana; (Camacho Montoya, 2009)

- Visión borrosa de lejos de forma intermitente,
- Dolor de cabeza, Tensión ocular,
- Problemas de lectura,
- Dificultad para enfocar de lejos a cerca, Sensibilidad a la luz.

Signos: Medidas directas de la relajación acomodativa; (Camacho Montoya, 2009)

- Dificultad para aclarar +2.00 en la flexibilidad acomodativa monocular
- Valor MEM bajo
- Medidas indirectas de la relajación acomodativa;
- ARN reducido
- Dificultad para aclarar +2.00 en la flexibilidad acomodativa binocular

6.5.3 Inflexibilidad de Acomodación.

Es la condición en la cual falla la habilidad para cambiar rápidamente el estado acomodativo de visión lejana a cercana o en la cual estos rápidos cambios inducen síntomas tales como astenopia ocular, dolor de cabeza o visión borrosa. Se diferencia de la insuficiencia acomodativa en que la visión nítida se consigue eventualmente. (Becerra, 2009)

Síntomas: Están relacionados generalmente con el trabajo en visión cercana; (Camacho Montoya, 2009)

- Fatiga y Somnolencia,
- Visión borrosa particularmente cuando mira de lejos a cerca o viceversa,
- Dolor de cabeza, Tensión ocular,
- Problemas de lectura, Movimiento de las letras,
- Sensación de tirantez alrededor de los ojos,
- Perdida de comprensión le lectura con el tiempo.
- Evita la lectura y otras tareas de cerca.

Signos: Medidas directas de la flexibilidad acomodativa; (Camacho Montoya, 2009)

- Dificultad para aclarar -2.00 y +2.00 en la flexibilidad acomodativa monocular
- Medidas indirectas de la flexibilidad acomodativa;
- ARP y ARN reducido
- Dificultad para aclarar -2.00 y +2.00 en la flexibilidad acomodativa binocular.

7 MATERIAL Y MÉTODO.

7.1 Tipo de estudio.

Investigación de tipo descriptiva, de corte transversal.

7.2 Universo.

Todos los estudiantes de la facultad de ciencias médicas.

7.3 Muestra.

No probabilística por conveniencia.

Número de participantes 120. Estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN-Managua.

7.4 Criterios de inclusión.

Participantes que firmaron consentimiento informado.

Participantes que llenaron el cuestionario de síntomas.

Participantes que se les realizaron todas las pruebas.

Estudiantes activos de la facultad de ciencias médicas.

7.5 Criterios de exclusión

Participantes mayores de 30 años.

Participantes que no estén en la facultad de ciencias médicas.

Pacientes que no completaron la historia clínica.

Ametropías superiores a +/- 3.00

Pacientes con astigmatismo superior a 1.00 Dp.

Pacientes Ambliopes.

Pacientes con estrabismo.

Pacientes con cirugía de estrabismos.

Pacientes diagnosticados con problemas neurológicos.

7.6 Técnicas y procedimientos.

Los resultados obtenidos fueron procesados por el estadístico SPSS Versión 23 y los cruzamientos de variables analizados por el método de chi-cuadrado.

Formato de Historia Clínica. (Ver Anexos)

Agudeza Visual: sin corrección o con la corrección habitual en caso que disponga de ella.

Se evalúa tanto monocular como binocularmente.

Retinoscopía. Para determinar si existe un error refractivo de forma objetiva.

Punto próximo de acomodación (PPA): Se indica al paciente que mantenga la atención en una letra de tamaño 20/30 del test de lectura mientras le acercamos el test a la raíz nasal. Se le explica que debe indicarnos cuándo ve la letra borrosa y medimos dicha distancia, luego alejando el test hasta que indique ver la letra clara y nítida. Calculamos la media de ambas medidas. La prueba se realiza binocularmente y en caso que el resultado sea menor de 8cm se repite el proceso monocularmente. (Camacho Montoya, 2009)

Retinoscopía MEM. Método objetivo para medir la respuesta acomodativa. Se sitúa al paciente a 40 cm del retinoscopio, en el que esta una tarjeta la que debe de ver de forma clara. Luego se valora el reflejo retinoscópico y se anteponen lentes de potencia esférica hasta neutralizar el reflejo. (Grosvenor, 2004)

Flexibilidad acomodativa (FA): El paciente debe mantener la visión clara de una línea del test de lectura de tamaño 20/30 situado a 40cm mientras modificamos el estímulo acomodativo mediante lentes de +2,00D y -2,00D (flippers). Se contabilizan los cambios positivo-negativos (ciclos) que es capaz de realizar durante un minuto y se valora con que lente tiene mayor dificultad para aclarar el estímulo. La prueba se realiza binocularmente y en caso que el resultado sea menor de 12 cpm (ciclos por minuto) pasa a realizarse monocularmente. (Borrás García & Colbs, 1999)

Punto próximo de convergencia (PPC): El procedimiento es similar al empleado para determinar el valor del PPA. En este caso se utiliza como estímulo visual la punta de un bolígrafo y se instruye al paciente a que mantenga la fijación en él mientras lo acercamos a su nariz y a que indique el instante en que deja de ver la punta como un estímulo simple. La distancia entre el bolígrafo y el canto externo de su ojo es el punto de ruptura, momento en que deja de ser capaz de converger para evitar la diplopía. A partir de este punto, alejamos el bolígrafo hasta que indica visión simple de nuevo (punto de recobro). Se repite el procedimiento 3 veces con el objetivo de valorar el efecto de la fatiga y se anota la media. Además se realiza con luz y filtro rojo. (Berrojo, Escolar, Gómez, & Ronda, 2002)

Cover- test: La prueba se realiza manteniendo la fijación en un objeto lejano y luego en un objeto a 40 cm (test de cerca, letra 20/30). El objetivo de la prueba es determinar el tipo de alineamiento ocular, es decir, si es ortofórico o si por el contrario es exofórico o endofórico, sin medir el valor exacto del ángulo de desviación (foria). También se determina la existencia o no de estrabismo. (Borrás García & Colbs, 1999)

ESTACIÓN.	MATERIAL.
<i>Interrogatorio.</i>	Historia clínica.
<i>Agudeza Visual.</i>	Optotipo de AV lejana 3 mts. Optotipo de AV cercana 40 cm. Ocluser con agujero estenopeico.
<i>Estado Refractivo</i>	Retinoscopio. Gafa de prueba. Caja de prueba.
<i>Visión Binocular.</i>	<i>Motilidad Ocular.</i> Luz puntual. Ocluser. <i>Sistema Acomodativo.</i> Test de lectura de AV 20/30. Ocluser. Retinoscopio. Flippers +/- 2.00 Centímetro y cronómetro. Sistema Binocular. Test de lectura de AV 20/30 Optotipo de AV lejana 3 mts. Luz puntual. Filtro rojo. Ocluser Barra de prismas horizontales y verticales.
<i>Salud Ocular.</i>	Oftalmoscopio.

7.7 Operacionalización de las variables.

Variable	Tipo	Descripción	Escala	Indicador
Edad	Cuantitativa	El tiempo que se transcurrió desde el nacimiento	Años	Años cumplidos
Agudeza visual (AV)	Cuantitativa continua.	Es la máxima capacidad de discriminar detalles pequeños en máximo contraste a una distancia determinada	Numérica	Fracción de Snellen. Decimales
Error refractivo	Cuantitativa continua.	Es un trastorno ocular caracterizado por irregularidades del ojo que hacen que la imagen no se forme de manera nítida en el punto de enfoque de la retina.	Numérica	Dioptías.
Amplitud de acomodación	Cuantitativa continua.	Medición de la habilidad del paciente para aumentar el poder dióptrico del ojo a través de la contracción del músculo ciliar con los correspondientes cambios del cristalino.	Numérica	Cm y/o dioptrías.

Flexibilidad de acomodación	Cuantitativa continua	Es la capacidad del sistema visual de relajar y estimular la acomodación.	Numérica	dioptrías
MEM	Cuantitativa continua	Prueba para estimar el retardo acomodativo del sistema visual.	Numérica	dioptrías
ARN	Cuantitativa continua	Medición de la acomodación en condiciones binoculares, por medio de lentes positivas.	Numérica	dioptrías
ARP	Cuantitativa continua	Medición de la acomodación en condiciones binoculares, por medio de lentes negativas.	Numérica	dioptrías
Cover test	Cuantitativo continua	Evalúa la presencia y magnitud de las forias y tropias	Numérica	dioptrías prismáticas
Retinoscopía	Cuantitativa continua	Valorar el error refractivo del sistema visual, utilizando un retinoscopio y lentes de prueba o foróptero.	Numérica	dioptrías

7.8 Marco legal.

Los pacientes fueron informados y firmaron un consentimiento antes de iniciar el estudio, unas veces que fueron explicados los detalles de cada uno de los procedimientos que se les realizaría, además se les dio a conocer los beneficios y riesgos potenciales del estudio. (Ver en Anexos).

8 RESULTADOS.

Para llevar a cabo el estudio se valoraron 120 pacientes, los que son estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua, que cumplieron con los requisitos antes planteados. (Ver Material y Métodos) En la recolección de la muestra se evaluaron 126 pacientes, de los cuales 6 fueron excluidos por no cumplir con criterios de inclusión.

En la distribución según carrera fue del 48.33% en Medicina, 38.33% en Optometría Médica y 11.33% en Odontología (ver gráfico 1); según género fue del 50.2% para el masculino y 49.8% para el femenino (ver gráfico 2), en lo que respecta a la edad se presentó en un rango comprendido entre los 16 y 25 años, con una media de 19.67. En lo que respecta a una de las variables importantes en el estudio como es la agudeza visual clasificando el resultado obtenido en buena con 92.50% y regular con 7.50%, para esta última cabe destacar que su valor estaba entre 20/25 y 20/30 para visión próxima.

En lo concerniente al estado refractivo se encontró que el 18.3% es emétrope, el 7.5% miope, el 14.2% hipermétrope, el 17.5% astigmatismo simple, el 10.8% astigmatismo miópico, el 23.3% astigmatismo hipermetrópico y el 8.3% presento astigmatismo mixto. (Ver gráfico 3)

En los valores obtenidos en las pruebas acomodativas se encontró en la amplitud de acomodación por el método de acercamiento que el 69.2% de los pacientes presentaba un valor normal, el 19.2% alto y que el 11.7% presentó un valor disminuido. Por otra parte la amplitud de acomodación con lentes negativas los resultados que se obtuvieron fueron de 65% en los valores de normalidad, 20% alto y del 15% disminuidos. En las tablas 5 y 6 se observa claramente la similitud de los resultados por los diferentes métodos, los que no tienen una variación significativa.

Para la flexibilidad acomodativa los valores que se encontraron en normalidad correspondían al 32.5%, con problemas principalmente para aclarar los lentes positivos, que

relajan la acomodación fue del 30.8%, los que presentaron dificultad para aclarar los lentes negativos, que estimulan la acomodación fue del 20% y del 16.7% un valor alto los que no presentaron dificultad alguna en el momento de relajar y activar, el que se consideró en los niveles de normalidad. Esta prueba fue de las más importantes para el diagnóstico de las anomalías acomodativas donde se tomó en cuenta la facilidad de respuesta, la velocidad, calidad y dinamismo del paciente al aclarar las lentes. (Ver resultados en tabla 7)

Para la evaluación del retardo acomodativo con la prueba MEM, se encontró en estándares de normalidad el 66.7%, mientras el 15.8% resultó alto y el 17.5% se consideró bajo. En la que no hay gran diferencia con los datos de hiperacomodación donde se tiene en cuenta que el valor obtenido es el menos positivo en relación al valor de normalidad y con los obtenidos de hipoacomodación en el cual el valor de referencia aumenta positivamente con respecto al normal. A pesar de la importancia para el diagnóstico de problemas acomodativos, se encuentra condicionado por la binocularidad y el estado de refracción del paciente. (Ver resultados en tabla 8)

En la valoración de la acomodación relativa negativa, la que es evaluada por lentes positivas de forma binocular se obtuvo que para un 51.7% era normal, para un 26.7% baja y que para el 21.7% alta. (Ver tabla 9). Para la acomodación relativa positiva se obtuvieron los siguientes resultados que el 50.8% está en los parámetros de normalidad, el 27.5% presenta un valor alto y el 21.7% presentó un valor disminuido. Los resultados obtenidos no son del todo acomodativos ya que se encuentra condicionado por la binocularidad. (Ver resultados en tabla 10)

Con todos los resultados de las pruebas acomodativas y luego de que se analizó para llegar al diagnóstico se encontró que las anomalías acomodativas presente de forma significativa en los estudiantes de la facultad, a pesar que la mayoría de su población presentó el estado acomodativo en los estándares de normalidad 46.7%, las anomalías que más prevalecieron en los pacientes son el exceso de acomodación con 25.8%, la inflexibilidad de acomodación con

el 16.7% y la que menor medida se encontró pero no con gran diferencia de las otras es la insuficiencia acomodativa con el 10%. (Ver tabla 11 y grafica 3)

Con los resultados obtenidos de las anomalías de acomodación se procedió a analizar de la frecuencia con que se presentan estas en la población en estudio y su relación con el género. Donde se obtuvo lo siguiente que para los pacientes femeninos (49.8% total) los que presentaron los estándares de normalidad son el 52.5%, el problema acomodativo que más afectó fue el exceso de acomodación con el 20.3%, al igual que la inflexibilidad de acomodación con 20.3% y la que estuvo presente con menor frecuencia fue la insuficiencia acomodativa con el 6.8%. En cambio para el género masculino los resultados variaron de forma significativa con respecto al femenino obteniendo que los que se encontraron normal corresponden al 41%, los que presentaron exceso acomodativo fue del 31.1%, la inflexibilidad acomodativa resultó con el 13.1% y la insuficiencia acomodativa se presentó en el 14.1%. Se evidenció la diferencia que existe entre los valores de normalidad y exceso acomodativo presentando un aumento para el género masculino. (Ver grafica 3)

Al aplicar la prueba del chi-cuadrado con nivel de significancia del ($p < 0.05$) se encontró que las anomalías acomodativas son independientes del género, es decir, que no hay relación estadísticamente significativa entre el género y los problemas acomodativos. (Ver tabla 12)

En relación al estado refractivo se encontró que para los emétopes el 36.4% no presentó problemas acomodativos, el 31.8% exceso acomodativo, el 22.7% inflexibilidad acomodativa y el 9.1% insuficiencia acomodativo; con respecto a los miopes se encontró que 66.7% presentó exceso acomodativo, el 33.3% inflexibilidad acomodativa y el 0.0% para insuficiencia acomodativa y los que no presentaron problemas; en relación a los hipermétropes se encontró que el 70.6% no presentó anomalías acomodativas, el 17.6% presentó insuficiencia acomodativa, el 11.8% exceso de acomodación y el 0% inflexibilidad acomodativa; para el astigmatismo simple se encontró que el 57.1% era normal, el 23.8% presento exceso acomodativo, el 14.3% inflexibilidad acomodativo y el 4.8% para insuficiencia acomodativa;

en relación al astigmatismo miópico se encontró que el 46.2 % era normal al igual que los que presentaron exceso acomodativo, el 7.7% presentó inflexibilidad acomodativa y el 0% insuficiencia de acomodación.

Para el astigmatismo hipermetrópico se encontró lo siguiente que el 50% era normal, el 21.4% presentó inflexibilidad, el 17.9% insuficiencia acomodativa y que el 10.7% presentó exceso de acomodación, y finalmente para el astigmatismo mixto se encontró que el 40% era normal y que el 20% presentó exceso de acomodación al igual que la insuficiencia y la inflexibilidad acomodativa. Se procedió a analizar por medio de la prueba chi-cuadrado con un nivel de significancia ($p < 0.05$), en donde no se evidenció relación estadísticamente significativa ($p > 0.25$) con respecto a la dependencia del estado refractivo en el estado acomodativo. (Ver grafica 4)

Al igual que se obtuvo la dependencia o no dependencia del género y estado refractivo con respecto al estado acomodativo, se procedió a analizar los síntomas presentados por los pacientes en relación al estado acomodativo, cumpliendo con el último de los objetivos específicos propuestos, obteniendo lo siguiente:

Se encontró que de los pacientes con el estado acomodativo normal el 91.1% no presentó visión borrosa, en cambio el 8.9% sí. Para los que presentaron insuficiencia acomodativa el 61.5% si presentó visión borrosa y el 38.5% no; para el exceso acomodativo se encontró que 64.5% presentó visión borrosa y el 35.5% no presentó el síntoma y finalmente para la inflexibilidad acomodativa se encontró que el 55% presentó visión borrosa y el 45% no. (ver grafica 5). La relación se analizó por medio de la prueba de chi-cuadrado en la que se confirmó la dependencia estadísticamente significativa entre el síntoma visión borrosa y el estado acomodativo, para un nivel de significancia de ($p < 0.05$) (ver tabla 13)

Para el síntoma dificultad de enfoque de visión cercana a lejana o viceversa, se encontró que el 80.4% de los pacientes sin alteraciones acomodativas no refirieron el síntoma, mientras

el 19.6% si lo presentó; por el contrario para la insuficiencia acomodativa el 92.3% si lo refirió y el 7.7% no; para el exceso acomodativo el 80.6% lo presentó y el 19.4% no lo presentó y por ultimo para la inflexibilidad se encontró que el 95% si lo refirió y apenas el 5% no. (Ver grafica 6 y tabla 14)

Se encontró que el síntoma al leer letras saltan mueven o desaparecen, se encontró que el 73.2% de los pacientes sin alteraciones acomodativas no refirieron el síntoma, mientras el 26.8% si lo presentó; por el contrario para la insuficiencia acomodativa el 46.2% si lo refirió y el 53.8% no; para el exceso acomodativo el 51.6% lo presentó y el 48.4% no lo presentó y por ultimo para la inflexibilidad se encontró que el 55% si lo refirió y el 45% no. (Ver grafica 7). Se realizó análisis por el chi-cuadrado en el que se evidenció la relación estadísticamente significativa entre el síntoma y el estado acomodativo para ($p<0.05$). (Ver tabla 15)

Se encontró que para el síntoma visión empeora al final del día, resultó que el 78.6% de los pacientes sin alteraciones acomodativas no refirieron el síntoma, mientras el 21.4% si lo presentó; por el contrario para la insuficiencia acomodativa el 100% si lo refirió; para el exceso acomodativo el 74.2% lo presentó y el 25.8% no lo presentó y por ultimo para la inflexibilidad se encontró que el 70% si lo refirió y el 30% no. (Ver grafica 8). Al analizar con prueba de chi-cuadrado resultó que se síntoma visión empeora al final del día, tiene relación estadísticamente significativa con respecto al estado acomodativo, con nivel de significancia de ($p<0.05$) ver tabla 16).

Se encontró que para el síntoma evitas realizar tareas en visión próxima, se encontró que el 92.9% de los pacientes sin alteraciones acomodativas no refirieron el síntoma, mientras el 7.1% si lo presentó; por el contrario para la insuficiencia acomodativa el 53.8% si lo refirió y el 46.2% no; para el exceso acomodativo el 25.8% lo presentó y el 74.2% no lo presentó y por ultimo para la inflexibilidad se encontró que el 20% si lo refirió y el 80% no. (Ver grafica 9).

Finalmente se encontró que el síntoma sensación de cansancio, se encontró que el 28.6% de los pacientes sin alteraciones acomodativas no refirieron el síntoma, mientras 71.4el % si lo presentó; por el contrario para la insuficiencia acomodativa el 69.2% si lo refirió y el 30.8% no; para el exceso acomodativo el 77.4% lo presentó y el 22.6% no lo presentó y por ultimo para la inflexibilidad se encontró que el 80% si lo refirió y el 20% no. (Ver grafica 10).

9 DISCUSION.

En el estudio se valoraron universitarios de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua en la que se midieron los elementos que componen la acomodación procediendo a analizar y comparar en base a los resultados obtenidos con otras investigaciones encontrando que:

En relación a los métodos empleados para el diagnóstico de las anomalías acomodativas se puede argumentar que la amplitud de acomodación por acercamiento y la realizada al introducir lentes negativas, sus resultados al contrastarlos no presentan variaciones significativas y los investigadores depositan su confianza total como signo clínico, más no como signo único, ratificando los valores obtenidos en el estudio con los consultados en la literatura científica y en otras investigaciones.

Para la flexibilidad acomodativa demostró por sí misma la importancia clínica que posee, manifestando un patrón características para cada uno de los problemas acomodativos, con respecto al exceso acomodativo la dificultad para aclarar los lentes positivos; para la insuficiencia acomodativa la dificultad para aclarar los lentes negativos y para la inflexibilidad acomodativa la dificultad de mantener la respuesta constante, disminuyendo paulatinamente en el tiempo transcurrido de la prueba.

Con respecto a las acomodaciones relativas con los resultados que dio el estudio hubo variación considerada como significativa, con las propuestas por la bibliografía consultada, a pesar de ello no se discute que se tome en cuenta como prueba diagnóstica para la detección de anomalías acomodativa, pero se piensa que es más importante para la detección de problemas acomodativos con problemas vergenciales, al ser una prueba realizada de forma binocular donde no resulta un valor neto del estado acomodativo.

Y para el método de estimación monocular MEM se considera que sobreestima el estado acomodativo, en el momento de analizar los resultados obtenidos se encontró que varían en relación a los de la literatura consultada con sus valores diagnóstico y con los del presente estudio, aunque no de forma significativa; en +0.50 para normales, +/- 0.50 para insuficiencia y +/- 0,50 para los excesos.

De acuerdo con los resultados del presente estudio la prevalencia de las anomalías acomodativas alcanzan valores importantes desde el punto de vista clínico, donde resulta que el 53.3% de la población estudiada presentó alguno de los problemas y solo el 46.7% presentó su estado acomodativo en normalidad, como consecuencia de la utilización excesiva de la visión próxima y la distancia a la que llevan a cabo estas actividades.

En una investigación realizada por **Hokoda en (1985)** estudió una población con 119 encontrando que la disfunción acomodativa era la condición más frecuente. De los cuales 25 presentaron una disfunción binocular o acomodativa y el 80% de los 25 tenían problemas acomodativos, lo que corresponde al 16,8% del total de la muestra. Es de notar la variación de los resultados obtenidos por Hokoda con los que mostró el presente estudio, con muestras prácticamente similares, en el que encontró que la anomalía acomodativa que más afectaba a sus pacientes fue la insuficiencia acomodativa a diferencia del presente estudio que el problema que prevaleció fue el exceso de acomodación.

Aunque no fue objetivo del estudio, presume que la principal causa es el uso excesivo que se le da a la visión próxima con celulares, computadoras, lectura, entre otros factores; sin tener en cuenta las medidas de higiene visual. Se consideró el estudio de Hokoda, realizado hace más de 30 años, para discutir la variación total de la presencia de las anomalías acomodativas no solo con el presente estudio sino con investigaciones recientes.

En la universidad de Aguascalientes, México, **Gonzales en 2008**. En su estudio resultó que el problema más frecuente de la población universitaria es el exceso de acomodación con

el 39.68%, la insuficiencia acomodativa con el 22.22%, el espasmo acomodativo con el 4.76%, la inflexibilidad acomodativa con el 3.17% y los que presentaron normalidad fue del 30.16%, para un total de 66 estudiantes.

Con respecto al presente estudio se encuentra en común que el exceso acomodativo es el problema acomodativo que mayor afecta a los universitarios con el 25.8%, en relación a la insuficiencia y la inflexibilidad acomodativa se encontró variación clínicamente significativa en la prevalencia del 10.8% para el primero y 16.7% respectivamente; sin encontrar espasmo acomodativo. En lo que respecta a los síntomas que más afectaron a la población no se encontraron diferencias para ninguno de los estudios. Las variaciones de los problemas acomodativos en los estudios pueden ser debidos al número de la muestra y/o las pruebas utilizadas para el diagnóstico de las anomalías.

Se encontró que las anomalías acomodativas se presentan independientemente del género, es decir, que no tienen predilección por el sexo en específico. En cuanto a la sintomatología presentada se comprobó la relación estadísticamente significativa que existe entre los síntomas descritos por los participantes y las anomalías acomodativas, sin embargo para los síntomas visión empeora al final del día y sensación de cansancio se encontró un factor en común que para los que presentaban anomalías y los que presentan el estado acomodativo normal no había variación significativa, es decir, la gran mayoría presentaban los síntomas, las que se consideran debido a las demandas visuales requeridas y al tiempo que los estudiantes dedican al trabajo en visión cercana principalmente a sus estudios, sin tomar medidas de higiene visual.

A pesar de la relación existente de los síntomas con las anomalías acomodativas, no se consideran específicos del sistema acomodativo, por un factor importantísimo como es el estado refractivo, aunque no se relacionó este último con los síntomas del cuestionarios por no ser objetivo del presente estudio, se presume que en su gran mayoría son debido a la influencia de ambos trastornos acomodativos y los refractivos, sin encontrar relación significativa entre ellos.

Así mismo, no se puede omitir o dejar de lado el estado refractivo donde se obtuvo datos significativos donde mayoritariamente el error refractivo que más se presenta es el astigmatismo hipermetrópico comprendido en valores dióptricos bajos que no afectan significativamente el estado acomodativo. Se analizó si los problemas acomodativos estaban relacionados a los errores refractivos, donde se demostró de forma significativa que son independientes uno del otro. Aunque no se encontró relación este aspecto es muy importante en el momento de realizar la terapia para los trastornos acomodativo, siendo el primer paso la compensación del error refractivo.

Con este estudio estamos dando a conocer ciertos datos estadísticos de alteraciones acomodativas que en la actualidad no se conocían por el simple hecho que no se han realizado estudios de esta índole y que esperamos que esta investigación sea la pauta que marque el inicio de las investigaciones en optometría en nuestro país, para que de esta manera los funcionarios ya sea del gobierno, ministerio de salud, la sociedad, etc. conozcan los distintos tipos de alteraciones visuales que de alguna manera les impide hacer labores de manera eficaz, para comenzar a buscar la manera de solucionar no solo los problemas acomodativos sino otros como los de visión del color, percepción visual, baja visión, entre otros muchos de los que no se conocen resultados.

Una vez conocida la influencia que tienen las anomalías acomodativas es necesario que los actuales profesionales de la salud visual tomen conciencia de la importancia que tiene evaluar de manera completa el sistema visual y no solo refractivo que en la mayoría es lo que se hace. Este hecho debe tener especial atención por los optometristas médicos presentes y que vienen a futuro, incluyendo los que ejercen en la actualidad, para mejorar las condiciones visuales de la población y su calidad de vida; así mismo crear impacto mejorando la imagen de la optometría en general en el país.

10 CONCLUSIONES.

- Para el diagnóstico de anomalías acomodativas es necesario evaluar amplitud de acomodación, flexibilidad acomodativa, retardo acomodativo y acomodaciones relativas.
- Las anomalías acomodativas que más prevalecen en la población universitaria, son el exceso de acomodación en primer orden, seguido de la inflexibilidad acomodativa y la de menor presencia es la insuficiencia acomodativa.
- No se encontró relación estadísticamente significativa entre las anomalías acomodativas y el género.
- No se encontró relación estadísticamente significativa entre las anomalías acomodativas y el estado refractivo
- La sintomatología descrita en el cuestionario no es una herramienta específica para el diagnóstico de las anomalías acomodativas, debido a que no se pudo diferenciar entre las que eran por problemas acomodativos y las que se debían al estado refractivo.
- Para el desarrollo de la optometría en el país es necesario realizar un examen optométrico completo, donde se evalúen todos los componentes visuales y oculares.

11 RECOMENDACIONES.

- Es importante que estos estudios se realicen con muestras poblacionales mayores a la de la actual investigación y con periodos más extensos el cual puede influir para encontrar nuevos resultados o diferentes cambios acomodativos en la población de estudio.
- Promover la salud visual por medio de normas de higiene visual, las que se pueden llevar a cabo por medio de charlas educativas, exposiciones, etc.
- Brindar opciones de tratamiento para las anomalías acomodativas por medio de la terapia visual, compensación del error refractivo, medidas de higiene visual, etc., mejorando la calidad de vida de los que la padecen.
- Que el Ministerio de Salud permita a los optometristas médicos crear un protocolo de atención visual primaria, estandarizando criterios, con el fin de mejorar la calidad de atención y el diagnóstico en la población nicaragüense.

12 BIBLIOGRAFÍA.

Adler. (1987). *Fisiología del ojo. Aplicación clínica*. Panamericana.

Adler. (1987). *Fisiología del ojo. Aplicación Clínica*. Panamericana.

Alió,, & colbs. (2005). *Crystalline lens optical dysfunction through aging*.

Alvarez, J., & Tapias, M. (s.f.). Tema 4. Relación convergencia y acomodación., (págs. 4.1-4.19).
Terrasa.

Becerra, V. (Diciembre de 2009). Valoracion de la acomodacion en pacientes miopes pre y post
cirugía refractiva láser Técnica Lasik. Bogotá, Colombia.

Berrojo, I., Escolar, M., Gómez, E., & Ronda, F. (junio de 2002). Terapia Visual en la escuela.

Bharadwaj, & Schor. (2005). Acceleration characteristics of human ocular accommodation. *Vision
Research*,, 17-28.

Borja, J. M. (1984). *Rehabilitación Visual. Pleóptica y Ortóptica*. Valencia: FUTURA S.L.

Borrás García, R., & Colbs, &. (1999). *Optometría. Manual de exámenes clínicos*. Terrasa: Eicions
UPC.

Borrás, M. R., & colbs. (2000). *Visión Binocular. Diagnóstico y Tratamiento*. Barcelona: Edicions
UPC.

Buehren, & colbs. (2006). Accommodation stimules response function and retinal image quality.
Vision Research, 46-50.

Cacho, & colbs. (2008). Criterios diagnósticos y prevalencia de las disfunciones acomodativas y
binoculares no estrábicas. *20 Congreso Internacional de Optometría, Contactología y
Óptica Oftálmica. Madrid*.

- Cacho, & colbs. (2010). Signos clínicos asociados a la insuficiencia de convergencia. *21 Congreso Internacional de Optometría, Contactología y Óptica Oftálmica. Madrid.*
- Cacho, García, & Ruiz-Cantero. (2010). Propuesta de diagnóstico del exceso de convergencia: un análisis epidemiológico. *21 Congreso Internacional de Optometría, Contactología y Óptica Oftálmica. Madrid.*
- Cacho, P., & colbs. (2002). Estudio de las disfunciones acomodativas y binoculares no estrabícas en la práctica clínica. *Archivos optometricos, 9-17.*
- Cacho-Martínez, , P., & colbs. (2010). Do we really know the prevalence of accommodative and nonstrabismic binocular dysfunctions? *Optom, 195-197.*
- Camacho Montoya, M. (2009). *Terapia y Entrenamiento Visual. Una Visión Integral.* Bogotá: JAVEGRAF.
- Carbonell Bonete, S. (julio de 2014). Prevalencia y sintomatología de las disfunciones acomodativas y binoculares en la población universitaria. Alicante, España.
- Ciuffreda. (1991). Accommodation and its anomalies. *Vision and visual dysfunction, 231-239.*
- Colome, J. (2003). Consideraciones teóricas sobre los nuevos modelos del proceso de acomodación. *Gaceta Óptica, 22-24.*
- Daum. (1983). *Accommodative dysfunction.Doc. Ophthalmol.* Alabama.
- Felipe Marcet, A. (s.f.). Tema V. Acomodación. *Acomodacion y presbicia.*
- Fisher. (1969). The significance of the shape of the lens and capsular energy changes in accommodation. *Physiol, 21-47.*
- Frantz, & Cotter. (1996). *Particularidades de las medidas con prismas. Prismas ópticos. Aplicaciones clínicas.* Madrid: Mosby.
- Furlán, W., García, J., & Muñoz, L. (2009). *Fundamentos de Optometría. Refracción Ocular.* Valencia: Guada Impresores, SL.

- García Blasco, A. (26 de Junio de 2012). Relación entre la binocularidad y el rendimiento escolar. Terrasa, Barcelona, España.
- García, & colbs. (2002). MEM and Nott dynamic retinoscopy in patients with disorders of vergence and accommodation. *Ophthalmic Physiol Opt*, 214-220.
- Glasser. (2006). Accommodation mechanisms and measurement,. *Ophthalmol Clin North Am*, 1-12.
- González Santis Ada Guadalupe, R. P. (2008). Frecuencia de problemas acomodativos en estudiantes de 18-24 años de la UAA. Aguascalientes.
- Grosvenor, T. (2004). *Optometría de atención primaria*.
- Gutiérrez G., L. (Julio de 2007). Disfunciones acomodativas y su incidencia en la visión binocular. Ambato, Ecuador.
- Heath. (1956). *Components of accommodation, Am J Optom Arch Am Acad Optom*. USA.
- Hernández Sampieri, R., & colbs. (2006). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Kaufman, P., & colbs. (2004). *Adler. Fisiología del Ojo. Aplicación Clínica*. Madrid: Elseiver.
- Landeo, D. L. (15 de 08 de 2015). <http://sisbib.unmsm.edu.pe>. Obtenido de <http://sisbib.unmsm.edu.pe>: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/libros/medicina/cirugia/tomo_iv/cornea.htm
- Lara, F., & colbs. (2001). General binocular disorders: prevalence in a clinic population. *Ophthalmology and Physiology Optics*, 70-74.
- López Alemany, A., & Colbs, &. (2005). *Optometría Pediátrica*. Valencia: Edicions Ulleye.
- Mantilla, T., & Bueno. (2005). Consultas de Optometría. *Gaceta Optica*, 28-29.

- Montés-Micó, R. (2011). *Optometría. Principios básicos y aplicación clínica*. Valencia: Fotoletra S.A.
- Peña, L. M. (2002). <http://anatomiadelojo.blogspot.com/>. Obtenido de <http://anatomiadelojo.blogspot.com/>: <http://anatomiadelojo.blogspot.com/>
- Pickwell, D. (1996). *Anomalías de la visión binocular. Investigación y Tratamiento*. Barcelona: JIMS, S.A.
- Ponsa, E. (s.f.). Valoración clínica de la acomodación y binoculidad.
- Puell Marín, M. (2000). *Optica fisiológica. El sistema óptico del ojo y la visión binocular*. Madrid.
- Radhakrishnan, & Charman. (2007). Changes in astigmatism with accommodation. *Ophthalmic Physiol Opt*, 275-280.
- Rojas Yepés, J. (2005). Alteraciones acomodativas. *Imagen Optica, periodismo con visión*, 20-26.
- Rosenfield, Ciuffreda, & Rosen. (1992). Accommodative response during distance optometric test procedures. *J Am Optom Assoc*, 614-618.
- Rutstein, & colbs. (1998). *Anomalies of Binocular Vision: Diagnosis and Management*. St Louis: Mosbi.
- Scheiman, M., & Wick, B. (1996). *Tratamiento clinico de la vision binocular*. España: Luzan.
- Sheiman., M. (1994). *Optometric Management of learning-related vision problems*. Mosbi.
- Sobrado Calvo, P. (2001). Estudio de acomodación. *Tema 3. Estudio de acomodación*. (pág. 69). Murcia: OPEN COURSEWARE.
- Somers, & Ford. (1983). Effect of relative distance magnification on the monocular amplitude of accommodation. *Am J Optom Physiol Opt*, 920-924.
- Toapaccia, X. (1999). Alteraciones de la amplitud de acomodación y su relación con la edad y las ametropías. Ambato, Ecuador.

Toates. (1972). Accommodation function of the human eye,. *Physiol Rev*, 828-863.

Turner. (1958). Observations on the normal subjective amplitude of accommodation. *Physiol*, 70-100.

van Alphen, & colbs. (1991). Elasticity of tissues involved in accommodation. *Vision Res*, 17-31.

Wyatt. (1993). Application of a simple mechanical model of accommodation of the aging eye. *Vision Res*, 731-737.

13 ANEXOS.

13.1 Consentimiento informado.



“Valoración del estado acomodativo en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN-Managua”

Nombre:

Edad:

Año:

Los Br. Jorge Hernández y Olman Mendoza realizan un estudio para identificar y analizar prevalencia y sintomatología de las anomalías acomodativas que puedan estar presentes en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Médicas a través de una muestra aleatoria, la que representara a los estudiantes de la facultad; para lo cual solicitamos tu participación voluntaria en el estudio.

Se realizará un examen optométrico completo que incluye: llenado de Historia Clínica, Agudeza Visual, Motilidad Ocular, Refracción, Salud Ocular y Acomodación. No se hará ninguna prueba invasiva para diagnóstico ocular (fármacos, etc.), así mismo responderás a un cuestionario con preguntas cerradas sobre síntomas visuales.

La información obtenida en el estudio será tratada de forma confidencial a la que solo tendrán acceso los investigadores y los estudiantes de la carrera de Optometría Médica.

- Manifiesto que he sido informado del estudio y acepto que me practiquen y realicen las pruebas optométricas necesarias para la investigación, así mismo permito que accedan a la información y resultados obtenidos con las pruebas añadidas en la historia clínica como de su publicación.

FIRMA.....

Síntomas visuales.

1. Al leer o en tareas en visión cercana.

	Nunca	A veces	Siempre
¿Presenta visión borrosa?			
¿Dificultad enfocar de visión cercana a visión lejana?			
¿Presentas visión doble?			
¿Al leer las letras se mueven, saltan o desaparecen?			
¿Tu visión empeora al final del día?			
¿Dolores de cabeza?			
¿Te molesta la luz y lagrimeas?			
¿Te pierdes, lees, saltas líneas o palabras?			
¿Tienes problemas para recordar lo leído?			
¿Te alejas o te acercas mucho al realizar las tareas?			
¿Cierras los ojos?			
¿Evitas realizar tareas en visión próxima?			
¿Sensación de cansancio o pesadez en los ojos?			

2. Uso de visión lejana. (ver pizarra, TV)

¿Visión borrosa?			
¿Presentas visión doble?			
¿Dificultad para enfocar objetos alejados?			
¿Evitas realizar trabajos en visión lejana?			
¿Tienes picor, escozor o sensación de cuerpo extraño?			
¿Te lloran los ojos, enrojecimiento?			
¿Dolor de cabeza?			
¿Sensación de cansancio, sueño?			

Historia Clínica.

1. Datos Personales

Fecha: _____

Nombre y apellidos: _____

Ocupación: _____ Edad: _____ sexo: _____

Teléfono: _____ pasatiempos: _____

Síntomas. _____

Antecedentes oculares.	Antecedentes personales.	Antecedentes patológicos	Antecedentes patológicos	Antecedentes familiares.

2. Evaluación de la Agudeza Visual

AVL	SC	CC	AVC	SC	CC
OD			OD		
OI			OI		
AO			AO		

3. MOE

Ducciones	Versiones
OD:	
OI:	

4. Estado Refractivo

Retinoscopía estática

	Esfera	Cilindro	Eje
OD			
OI			

5. Evaluación Binocular y acomodativa

Cover- Test: VL_____ VP: _____ PPC: _____

Amplitud de Acomodación.	MEM	Acomodación relativa.	Flexibilidad acomodativa de lejos.	Flexibilidad acomodativa de cerca.
OD: _____	OD: _____	(+) _____		
OI: _____	OI: _____	(-) _____		

6. Salud ocular.

Biomicroscopia:

FO:

14 TABLAS Y GRAFICAS.

Tabla 1. *Amplitud de acomodación según la edad, valores esperados (Donders)*

EDAD	AMPLITUD	EDAD	AMPLITUD
10 a.	14 D.	45 a.	3.5 D.
15 a.	12 D.	50 a.	2.5 D.
20 a.	10 D.	55 a.	1.75 D.
25 a.	8.5 D.	60 a.	1 D.
30 a.	7 D.	65 a.	0.5 D.
35 a.	5.5 D.	70 a.	0.25 D.
40 a.	4.5 D.	75 a.	0 D.

Fuente: (Borrás García & Colbs, 1999).

Tabla 2. Fórmulas de Hofstetter.

Amplitud máxima	25 – 0.4 x edad
Amplitud media	18.3 – 0.3 x edad
Amplitud mínima	15 – 0.25 x edad

Fuente: (Borrás García & Colbs, 1999).

Tabla 3. Amplitud de Acomodación mediante lentes negativas, valores normales.

Edad	Amplitud
15 a.	11 D.
20 a.	9 D.
25 a.	7.5 D.
30 a.	6.5 D.
35 a.	5 D.
40 a.	3.75 D.

Fuente: (Borrás García & Colbs, 1999).

Tabla 4. *Valores esperados de flexibilidad de acomodación monocular y binocular al realizar el examen con lentes de +/-2.00D.*

	Monocular	Binocular
Niños 6 años	5.5 cpm (+/- 2.5)	3 cpm (+/- 2.5)
Niños 7 años	6.5 cpm (+/- 2.0)	3.5 cpm (+/- 2.5)
Niños 8 – 12 años	7 cpm (+/- 2.5)	5 cpm (+/- 2.5)
Adultos 13 – 30 años	11 cpm (+/- 5.0)	8 cpm (+/- 5.0)
Adultos 30 – 40 años	-----	9 cpm (+/- 5.0)

Fuente: (Borrás García & Colbs, 1999).

Tabla 5. Valores encontrados de la Amplitud de acomodación por acercamiento de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NORMAL	83	69.2	69.2	69.2
	DISMINUIDA	14	11.7	11.7	80.8
	ALTA	23	19.2	19.2	100.0
	Total	120	100.0	100.0	

Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 6. *Amplitud de acomodación con lentes negativos de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Valido	NORMAL	78	65.0	65.0	65.0
	DISMINUIDA	18	15.0	15.0	80.0
	ALTO	24	20.0	20.0	100.0
	Total	120	100.0	100.0	

14.1.1 Fuente: *instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).*

Tabla 7. Flexibilidad de acomodación *de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	BUENA	39	32.5	32.5	32.5
	DISMINUIDA FALLA CON POSITIVOS	37	30.8	30.8	63.3
	DISMINUIDA FALLA CON NEGATIVOS	24	20.0	20.0	83.3
	ALTO	20	16.7	16.7	100.0
	Total	120	100.0	100.0	

Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 8. Retinoscopia MEM de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NORMAL	80	66.7	66.7	66.7
	ALTO	19	15.8	15.8	82.5
	BAJO	21	17.5	17.5	100.0
	Total	120	100.0	100.0	

Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 9. Acomodación relativa negativa de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NORMAL	62	51.7	51.7	51.7
	ALTA	26	21.7	21.7	73.3
	BAJA	32	26.7	26.7	100.0
	Total	120	100.0	100.0	

Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 10. Acomodación relativa positiva de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NORMAL	61	50.8	50.8	50.8
	ALTA	33	27.5	27.5	78.3
	BAJA	26	21.7	21.7	100.0
	Total	120	100.0	100.0	

Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 11. Resultado del estado acomodativo de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	NORMAL	56	46.7	46.7	46.7
	INSUFICIENCIA DE ACOMODACION	13	10.8	10.8	57.5
	EXCESO DE ACOMODACION	31	25.8	25.8	83.3
	INFLEXIBILIDAD DE ACOMODACION	20	16.7	16.7	100.0
	Total	120	100.0	100.0	

Fuente: instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).

Tabla 12: Al aplicar la prueba del chi-cuadrado con nivel de significancia del ($p < 0.05$) se encontró que las anomalías acomodativas son independientes del género.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	4.915 ^a	3	.178
Razón de verosimilitud	4.984	3	.173
N de casos válidos	120		

Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 13: Al aplicar la prueba del chi-cuadrado con nivel de significancia del ($p < 0.05$) se encontró que las anomalías acomodativas son dependientes del síntoma visión borrosa.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	35.265 ^a	3	.000
Razón de verosimilitud	38.846	3	.000
N de casos válidos	120		

Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 14: Al aplicar la prueba del chi-cuadrado con nivel de significancia del ($p < 0.05$) se encontró que las anomalías acomodativas son dependientes del síntoma dificultad de enfoque de visión cercana a lejana o viceversa.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	22.815 ^a	3	.000
Razón de verosimilitud	24.582	3	.000
Asociación lineal por lineal	11.228	1	.001
N de casos válidos	120		

Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 15: Al aplicar la prueba del chi-cuadrado con nivel de significancia del ($p < 0.05$) se encontró que las anomalías acomodativas son dependientes del síntoma al leer letras saltan mueven o desaparecen con el estado acomodativo.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7.896 ^a	3	.048
Razón de verosimilitud	8.025	3	.046
Asociación lineal por lineal	7.232	1	.007
N de casos válidos	120		

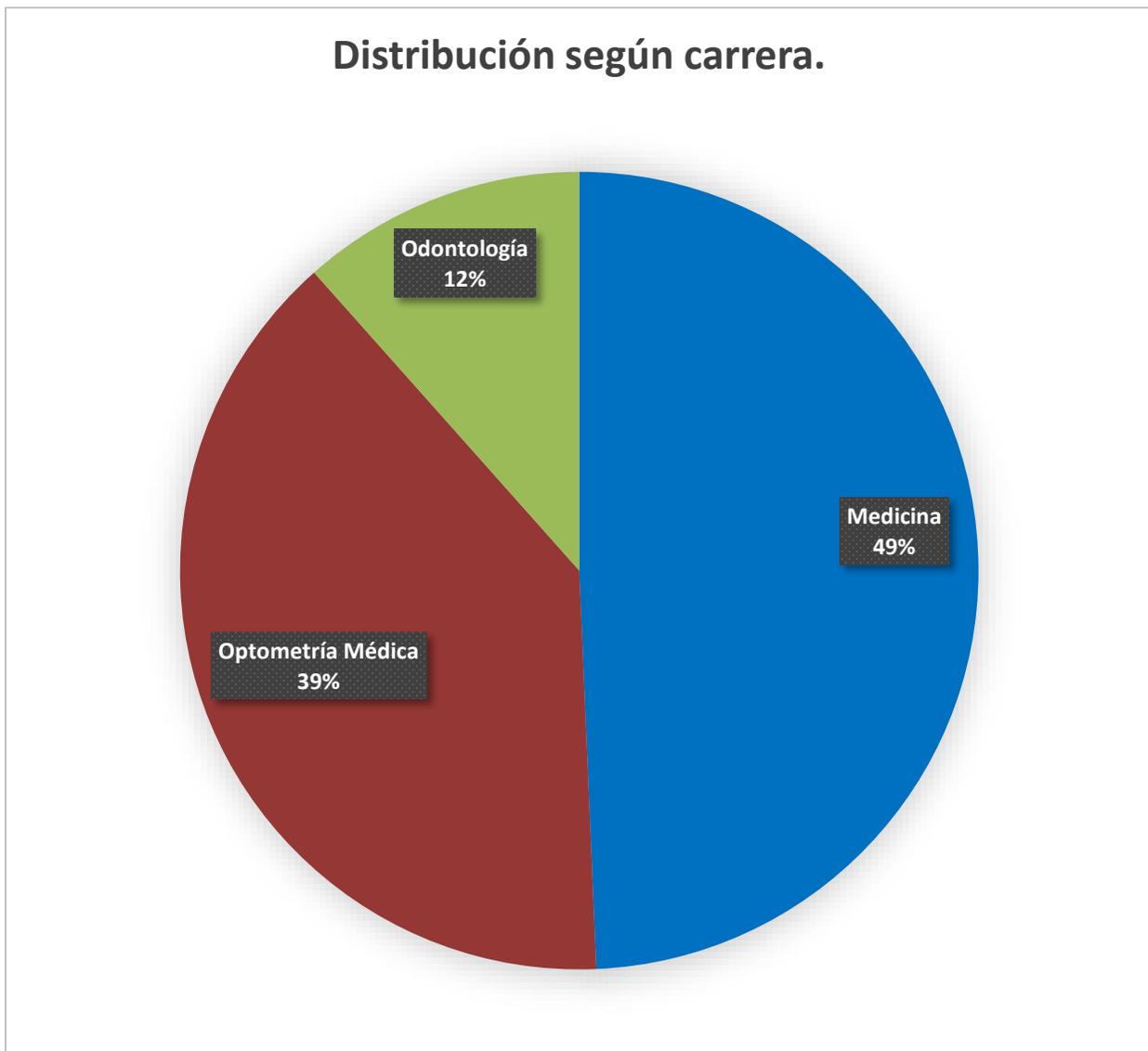
Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Tabla 16: Al aplicar la prueba del chi-cuadrado con nivel de significancia del ($p < 0.05$) se encontró que las anomalías acomodativas son dependientes del síntoma visión empeora al final del día.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	41.657 ^a	3	.000
Razón de verosimilitud	48.191	3	.000
Asociación lineal por lineal	23.485	1	.000
N de casos válidos	120		

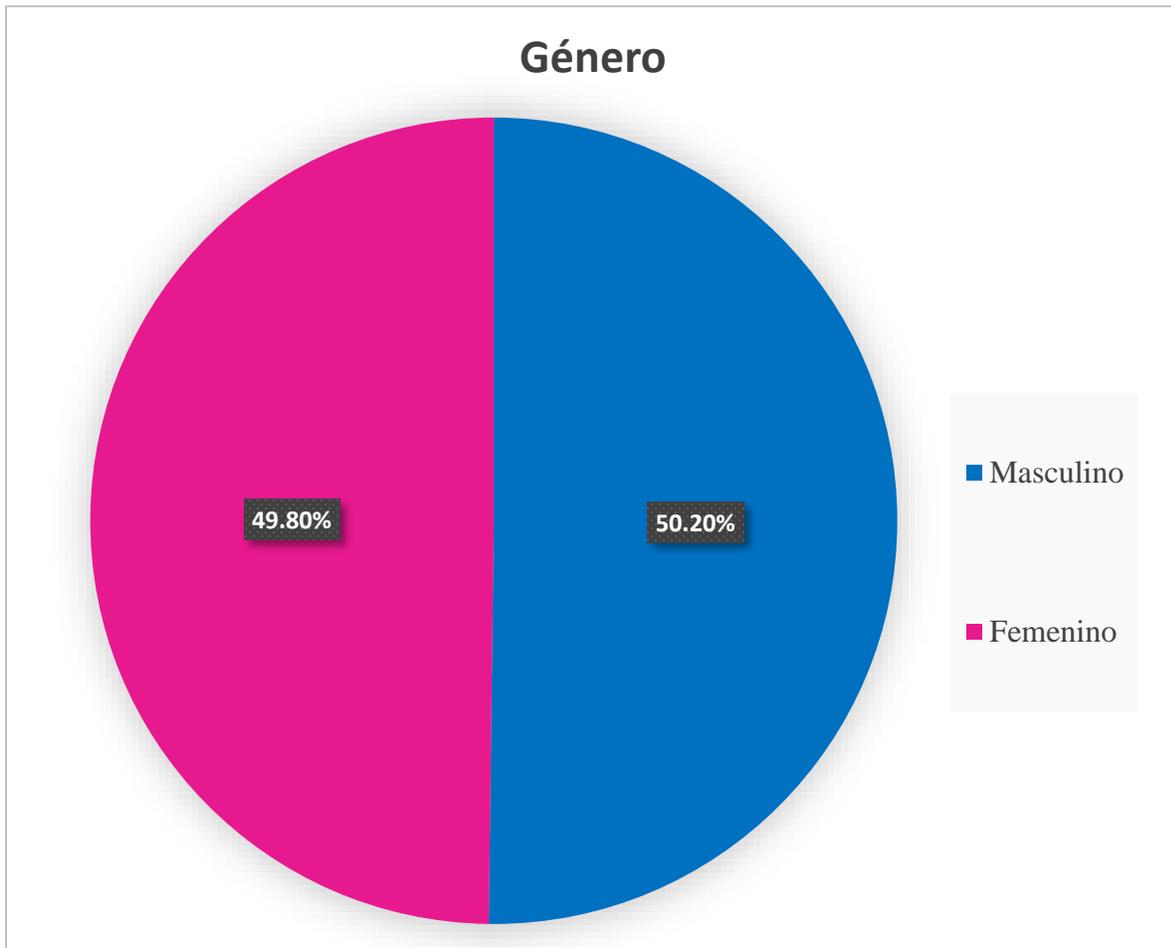
Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Gráfico 1: *Distribución de las anomalías acomodativas según carrera.*



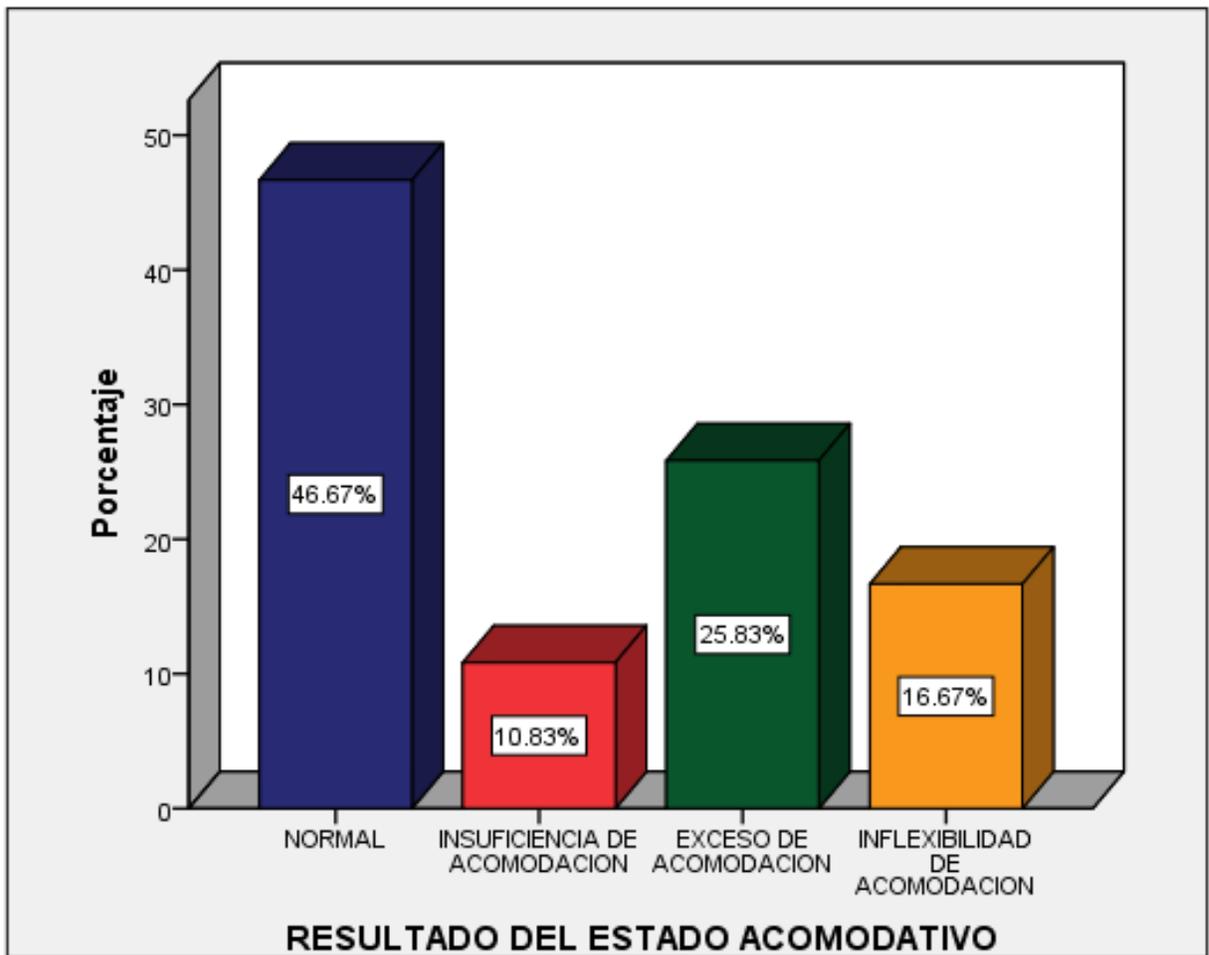
Fuente: instrumento de recolección de datos (*IBM SPSS Statistics 23*).

Grafico 2: *Distribución según género.*



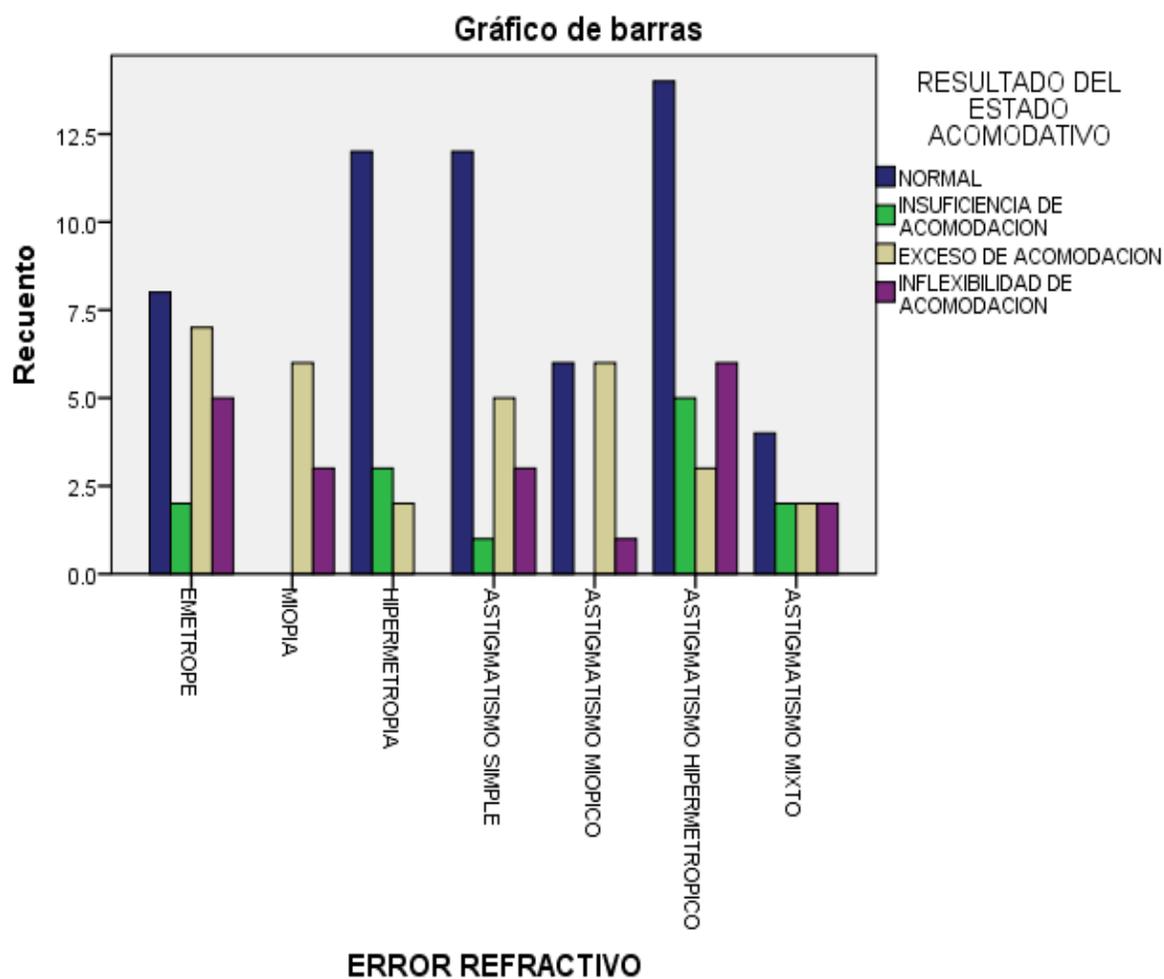
Fuente: *instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).*

Gráfico 3. Resultado del estado acomodativo de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.



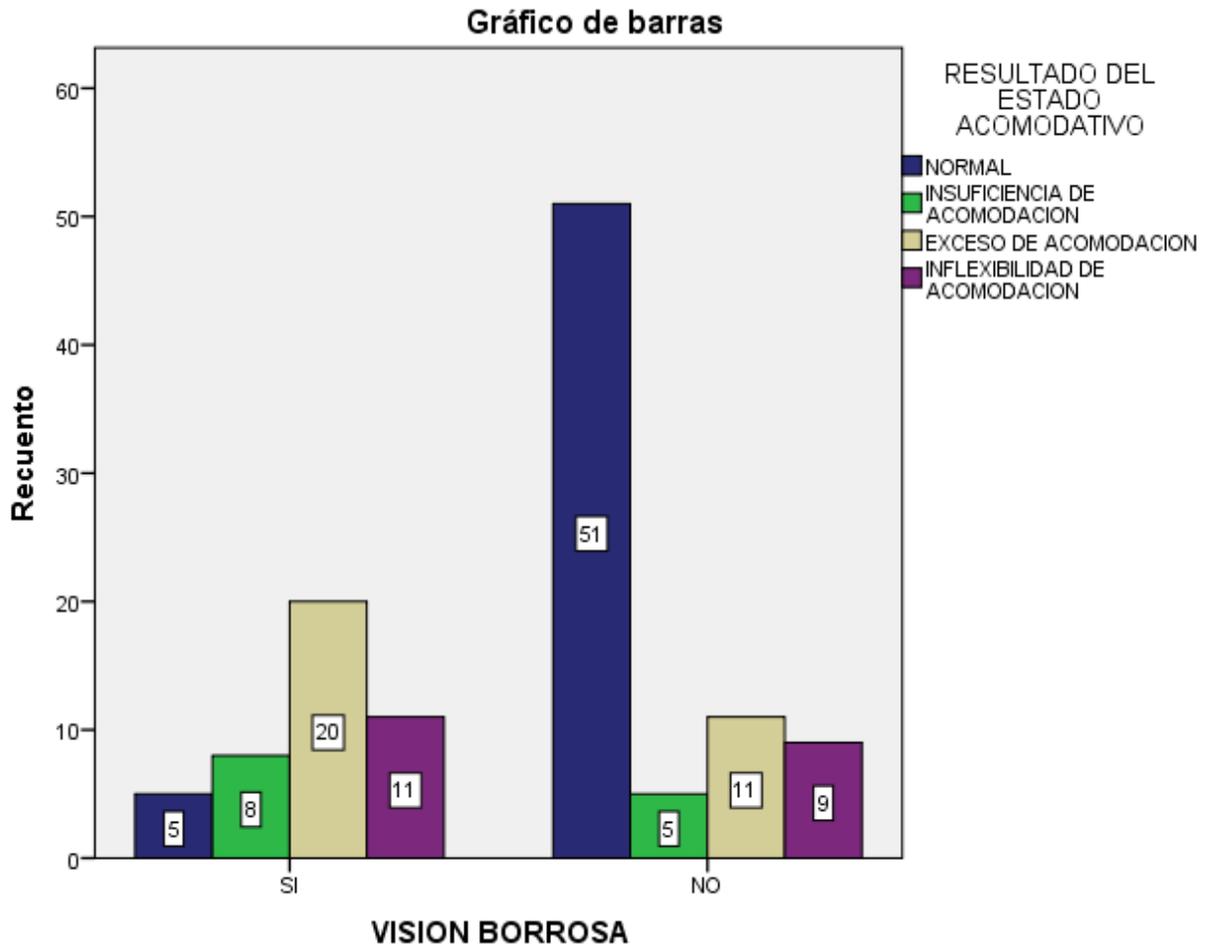
Fuente: instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).

Gráfico 4. *Correlación del estado refractivo con los resultados del estado acomodativo de los estudiantes de la facultad de ciencias médicas de la UNAN-Managua.*



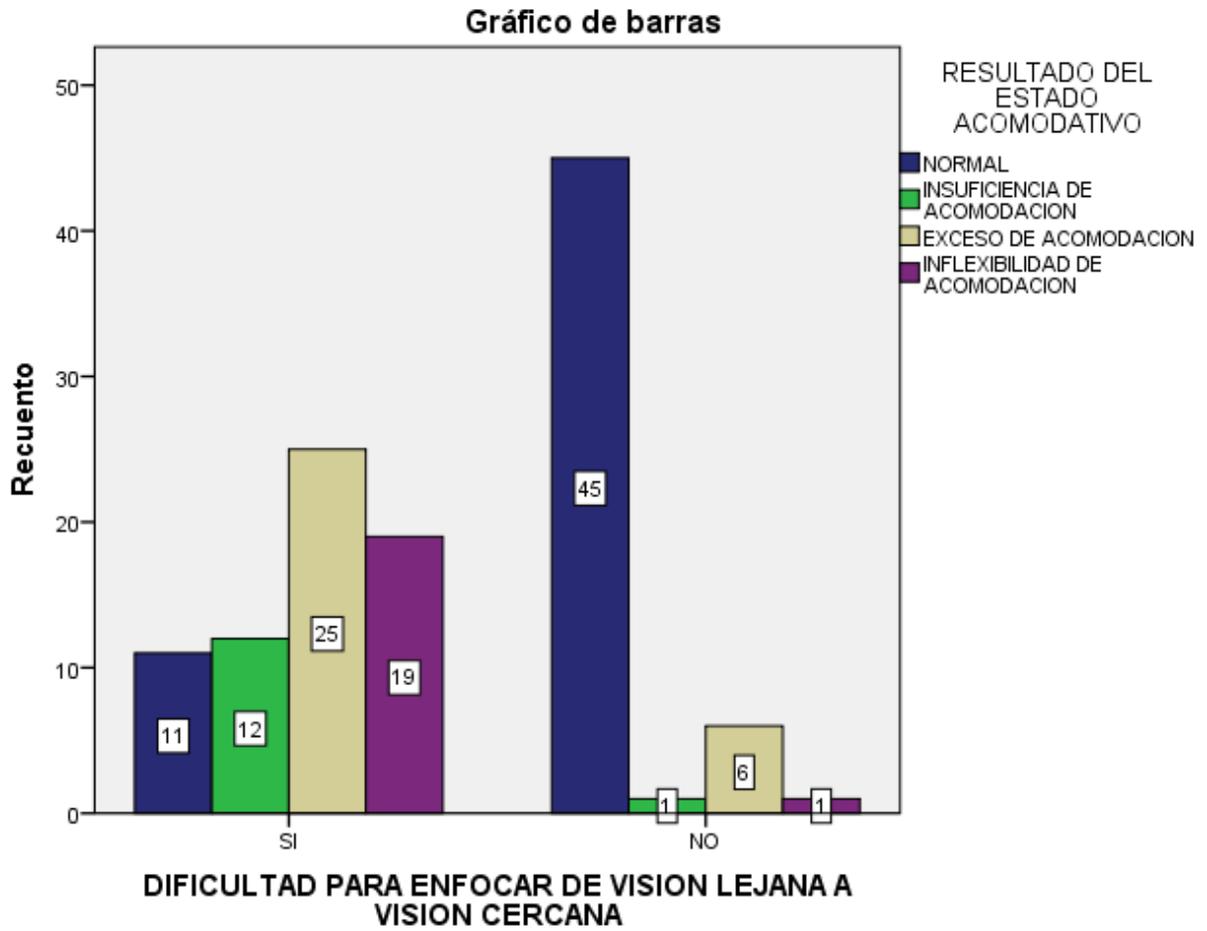
Fuente: *instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).*

Gráfico 5: Resultado del estado acomodativo en relación al síntoma visión borrosa.



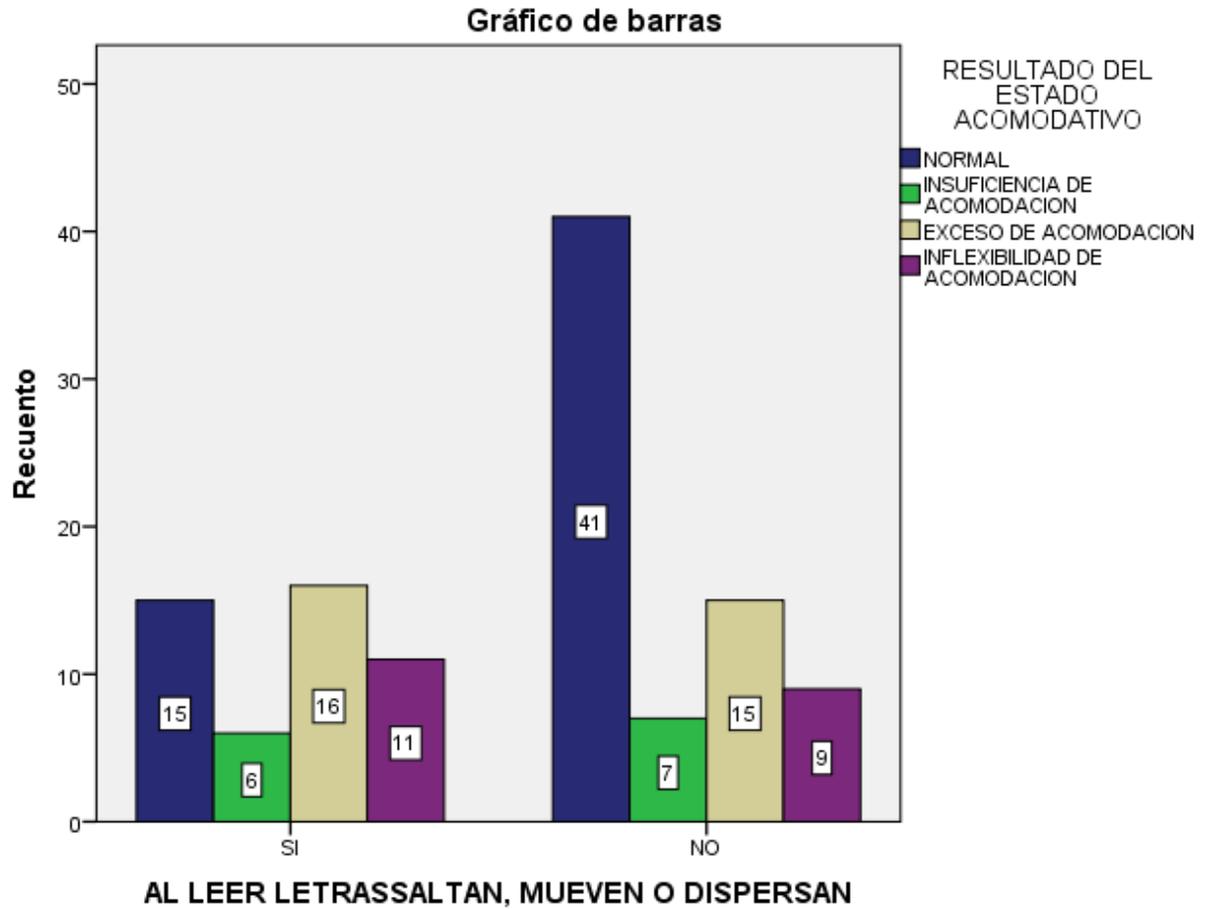
Fuente: instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).

Gráfico 6: Resultado del estado acomodativo en relación al síntoma dificultad para enfocar de visión lejana a visión cercana.



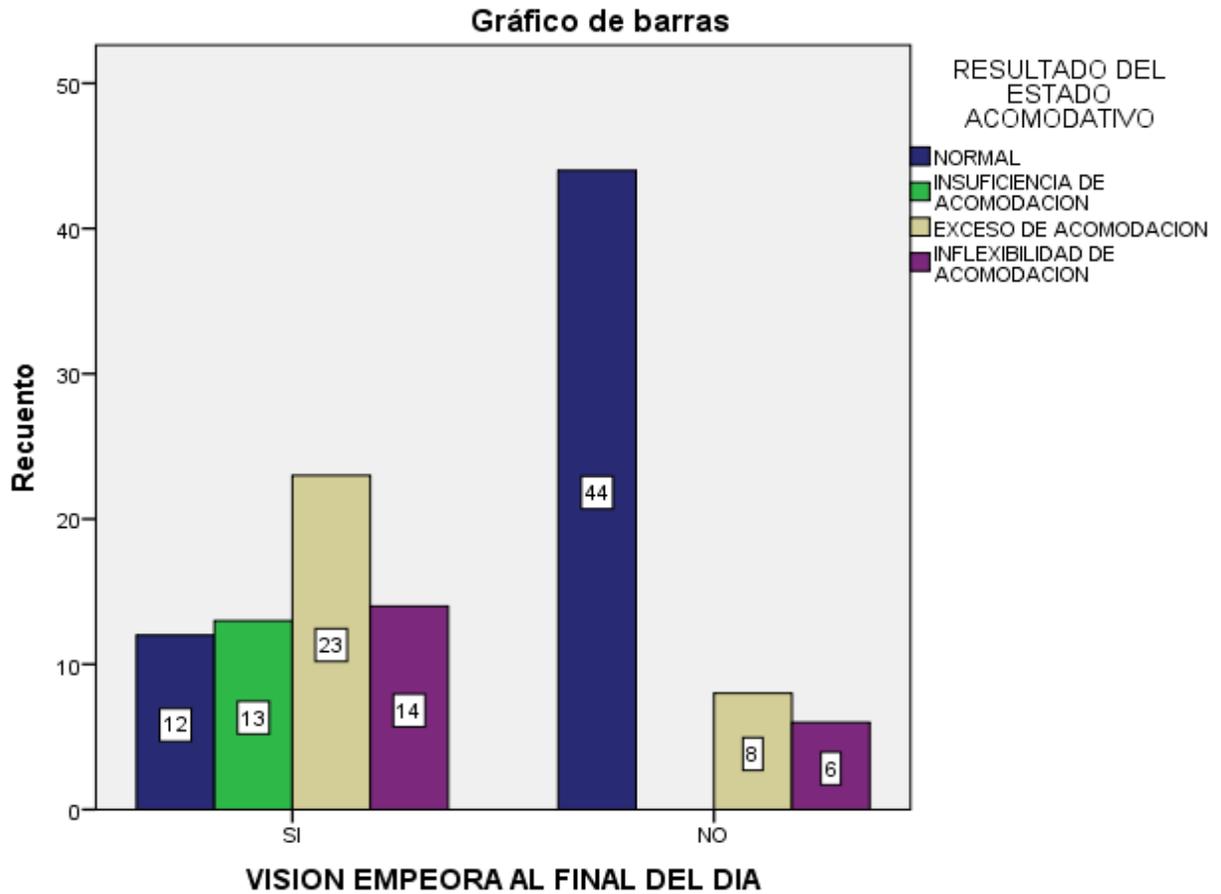
Fuente: instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).

Gráfico 7: Resultado del estado acomodativo en relación al síntoma al leer letras saltan, mueven o dispersan.



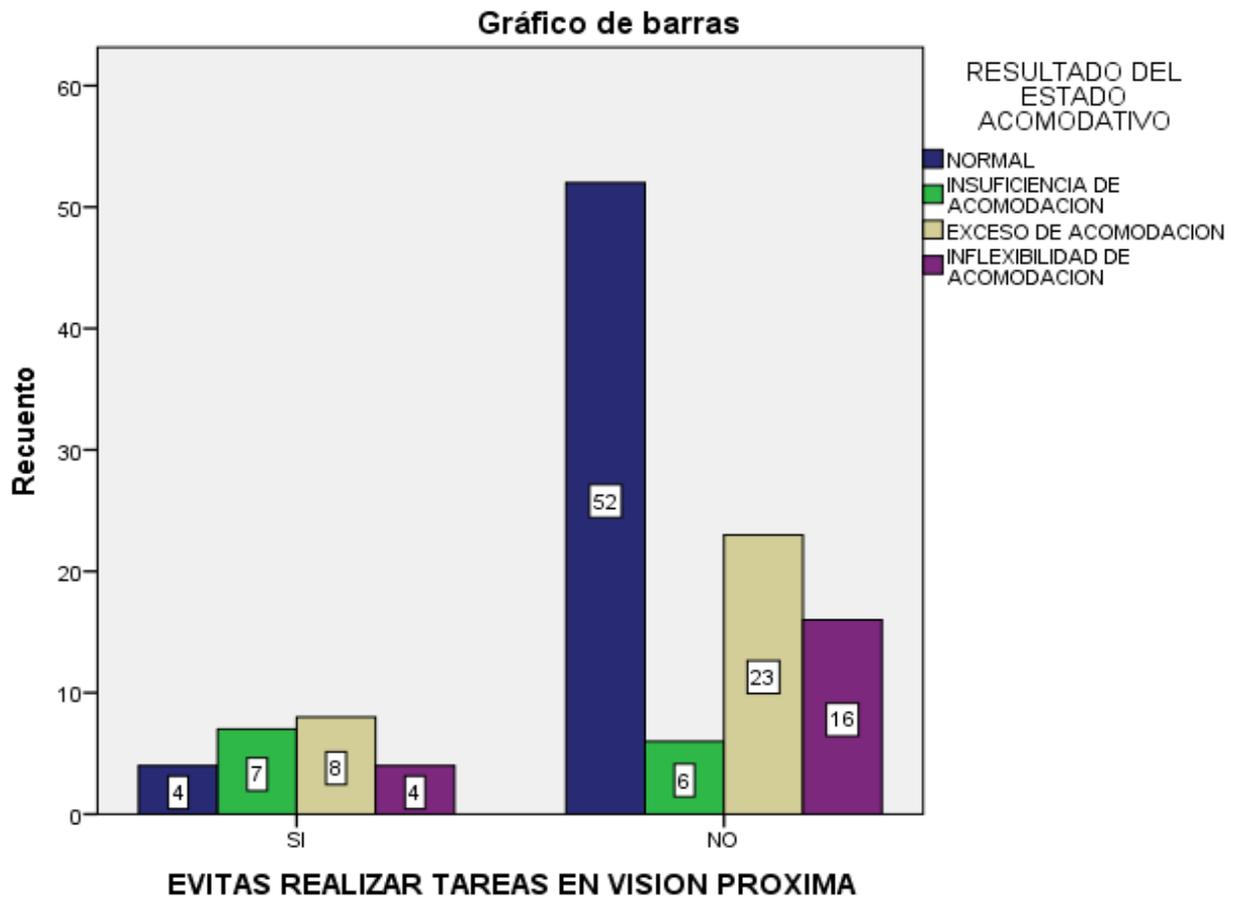
Fuente: instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).

Gráfico 8: Resultado del estado acomodativo en relación al síntoma visión empeora al final del día.



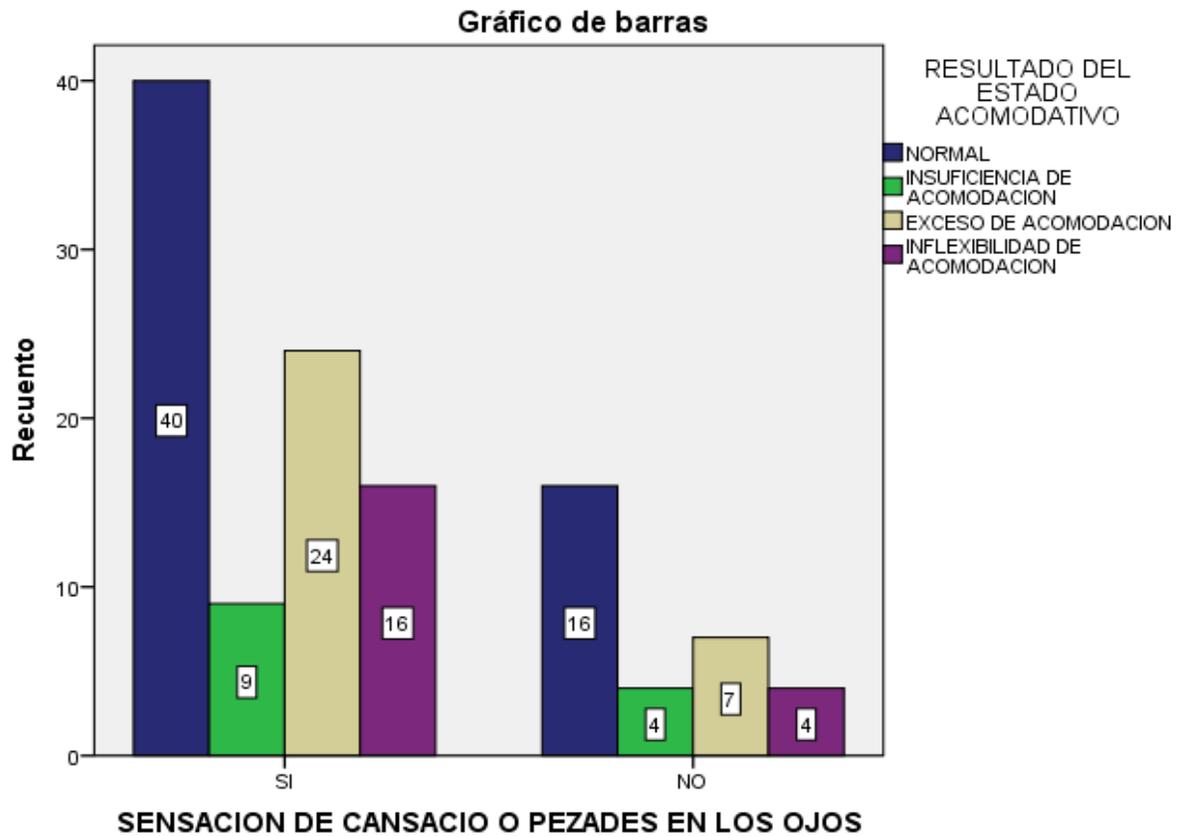
Fuente: instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).

Gráfico 9: Resultado del estado acomodativo en relación al síntoma evitas realizar tareas en visión próxima.



Fuente: instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).

Gráfico 10: Resultado del estado acomodativo en relación al síntoma sensación de cansancio o pesadez en los ojos.



Fuente: instrumento de recolección de datos (IBM SPSS Statistics 23).