



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**MONOGRAFÍA PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN OPTOMETRÍA  
MÉDICA**

**“ESTIMACION DEL ERROR DE MEDICION INDUCIDO POR EL COMPONENTE  
ACOMODATIVO DEL AUTOREFRACTOMETRO EN LOS ESTUDIANTES DE  
PRIMER AÑO DE LA CARRERA OPTOMETRÍA MEDICA UNAN-MANAGUA EN EL  
PERIODO DEL AÑO 2019”.**

**AUTORES**

Br. Isaac Ismael Alguera Pereira

Br. José Ismael Campos Morales

**TUTOR**

Lic. Jairo Antonio Mercado

**Managua, 29 de Noviembre del 2019**

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, que con gran esfuerzo y dedicación nos educaron de la mejor manera posible, inculcando en nosotros valores y principios que nos hacen mejores personas en el día a día.

A nuestros seres queridos, por habernos brindado su apoyo desde el inicio hasta el final de nuestra carrera, que nos han motivado a continuar siempre adelante y a nunca renunciar a nuestros sueños.

A nuestro tutor; Lic. Jairo Mercado, que nos dio el acompañamiento durante todo el proceso de realización de este trabajo, a nuestros docentes, por todo el conocimiento que nos brindaron durante el transcurso de la carrera.

## **AGRADECIMIENTOS**

Ante todo, agradecer a Dios por darnos el privilegio de culminar nuestra carrera, por ser la luz que nos guía en las adversidades, por regalarnos sabiduría y entendimiento durante todo el trascurso de la carrera.

A nuestras familias, porque en todo momento nos brindaron su apoyo, tanto económico, psicológico y espiritualmente en estos 5 años de estudio, agradecemos su confianza, esfuerzo, consejos y motivación, la cual nos ha convertido en mejores profesionales.

A nuestro tutor Lic. Jairo Mercado, quien nos orientó durante todo el trascurso de esta investigación de forma incondicional, nos dio su mayor esfuerzo, colaboración, así como conocimientos y siempre estuvo disponible en tiempo y ofrecimiento para culminar nuestro trabajo.

Al Dr. Rommel Izaguirre. Por darnos el acompañamiento durante la recolección de datos.

A todos los alumnos de primer año de la carrera de Optometría, que decidieron colaborar con nosotros para la realización de este estudio, a nuestros docentes que compartieron sus conocimientos desde el inicio hasta el fin y nos instruyeron de la mejor manera posible.

## RESUMEN

Los autorefractómetros hoy en día son instrumentos muy utilizados en la práctica optométrica por su fácil manejo, buenos resultados y adecuados niveles de precisión en poco tiempo, al igual que proporciona al optometrista una información bastante fiable sobre la refracción ocular de la persona examinada. Estos son utilizados para medir de forma objetiva el error refractivo del ojo, este mismo evalúa esfera, cilindro y eje del ojo del paciente.

El presente estudio tiene como objetivo estimar el error de medición inducido por el componente acomodativo del autorefractómetro en los estudiantes de primer año de la carrera Optometría Medica en el periodo del año 2019. De acuerdo al diseño metodológico el estudio es cuasiexperimental. De acuerdo a la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista 2014, el tipo de estudio es correlacional. De acuerdo, al tiempo de ocurrencia es prospectivo, por el período y secuencia es transversa. El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Médicas de la UNAN -Managua donde el universo estuvo compuesto por los estudiantes de primer año la carrera de Optometría Medica, el tamaño de la muestra en el presente estudio, se corresponde a un muestreo no probabilístico a conveniencia de los cuales se eligieron a 30 (60 ojos) las cuales incluían personas emétopes, miopes, hipermétropes y astigmáticos.

Metodología: Para la realización de los exámenes se elaboró una ficha de recolección de datos que contaba con la toma de los siguientes exámenes: AV, PPA, PPC, retinoscopía MEM, AA, flexibilidad acomodativa y refracción con el autorefractómetro. Una vez recolectados los datos proporcionados por los instrumentos, se procedió al análisis estadístico respectivo. Al calcular el margen del error inducido por el componente acomodativo, por medio de la refracción con el autorefractómetro con y sin cicloplejia, tomando en cuenta los valores obtenidos de la esfera, cilindro y eje, se obtuvo que la diferencia promedio, inducida por el componente acomodativo,

fue de 0.60D para esfera, una diferencia promedio de 0.02D en el cilindro y una diferencia promedio de 0 grados para el eje, en ojo derecho, y diferencia promedio de 0.63D para esfera, una diferencia promedio de 0.02D en el cilindro y una diferencia promedio de 0 grados para el eje en ojo izquierdo respectivamente. De los 30 pacientes examinados el 100% cumplió con las todas las pruebas propuestas en la ficha de recolección de datos. Durante la realización de los exámenes se efectuaron ambas técnicas, las cuales comprendían la realización de los exámenes ya antes mencionados, pre y post la aplicación del agente ciclopléjico, dando como resultado variaciones clínicamente significativas en todas estas técnicas, las cuales serán descritas más adelante.

## INDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>8</b>
<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
<b>OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>14</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>40</b>
<b>HIPÓTESIS ESTADÍSTICA.....</b>	<b>41</b>
<b>DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>42</b>
<b>CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....</b>	<b>45</b>
<b>MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>49</b>
<b>PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN.....</b>	<b>49</b>
<b>PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS.....</b>	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

<b>RESULTADOS.....</b>	<b>52</b>
<b>DISCUSIÓN Y ANÁLISIS.....</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>68</b>
<b>TABLAS.....</b>	<b>75</b>
<b>GRÁFICOS.....</b>	<b>87</b>
<b>FOTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>96</b>

## INTRODUCCIÓN

Los autorefractómetros son instrumentos empleados para medir de forma objetiva el error refractivo ocular, sin la intervención de las apreciaciones del paciente ni del examinador. Evalúan esfera, cilindro y eje dando un dato de la refracción del paciente, son utilizados frecuentemente en la práctica optométrica y oftalmológica para establecer un punto de partida en la refracción subjetiva (Martínez y colaboradores, 1998).

El autorefractómetro es un instrumento óptico que realiza la refracción del ojo en pocos segundos, proporcionando medición válida y repetible del error de la refracción; es rápido y fácil de usar. Se puede utilizar realizando una previa cicloplejia al paciente o sin realizársela. Ha sido utilizado para fines de investigación y de práctica clínica (Davies y colaboradores 2003). En el presente estudio que tiene como tema “Estimación del error de medición inducido por el componente acomodativo del autorefractómetro en los estudiantes de primer año de la carrera Optometría Medica en el periodo del año 2019.”. Para llevar a cabo este estudio se elaboró una ficha de recolección de datos que consta con los siguientes exámenes: AV, PPA, PPC, retinoscopia MEM, AA, flexibilidad acomodativa y refracción con el autorefractómetro. Al tomar los datos de la agudeza visual y aplicando el análisis “Prueba de FRIEDMAN para variables no paramétricas”. Se pretende determinar si existe diferencia clínicamente significativa entre los datos encontrados de la AV con ciclopléjico y sin ciclopléjico tomando como punto de partida la AV inicial. Para las pruebas acomodativas PPA, PPC, MEM, AA, FLEX, pre y post aplicación del agente ciclopléjico, se determinará la diferencia promedio de los valores, tomando en cuenta que se respetará la dosis y tiempo de reacción. Para el cálculo del margen de error inducido por el componente acomodativo, se tomarán en cuenta los valores obtenidos de esfera, cilindro y eje del, previo y posterior a la aplicación del fármaco, determinando así la diferencia promedio.

## ANTECEDENTES

**Naidoo & Govender, “Comparación de la fracción no ciclopegica y ciclopegica en el extranjero de niños africanos renacidos 5 - 15 años en Kwazulu-Natal”.** Un estudio realizado en KwaZulu África por K. Naidoo y P. Govender en el cual compararon las mediciones de autorefracción con y sin cicloplejía, se seleccionaron aleatoriamente ciento cincuenta niños de 5 a 15 años de una población de estudio de 4890. En el análisis de datos se reveló una diferencia clínicamente significativa de 0.97 D entre una esfera equivalente más cercana de las lecturas secas y húmedas con la mayoría de las lecturas húmedas tendiendo hacia valores más positivos. Esta diferencia fue estadísticamente significativa para el intervalo de confianza del 99% ( $p = 0.00$ ). (Naidoo & Govender, 2005).

**2013, López. “Estudio comparativo de métodos refractivos en niños”.** Se ha demostrado que los resultados obtenidos del autorefractómetro con cicloplejia dan datos más positivos en hipermetropías y menos negativos en miopías con respecto a los datos del autorefractómetro sin cicloplejia, posiblemente debido a la relajación de la acomodación. En el caso del cilindro, en algunos ojos se observan diferencias importantes, pero sin tendencia definida. (Martínez M. L., 2013).

**2006, Jorge y otros. “The influence of cycloplegic in objective refraction”** Otro estudio afirma que la autorefracción sin cicloplejia da más negativo que con cicloplejia de  $-0,86 \pm 0,79$  D con un error de significancia de  $p < 0,0001$ , se afirma que las diferencias entre autorefracción con ciclopléjico y autorefracción sin ciclopléjico claramente indican que el sistema de auto-empañamiento de autorefractómetro no parece neutralizar adecuadamente o en su totalidad la acomodación, ya que el objetivo de fijación probablemente induce la miopía. (Jorge, y otros, 2006).

**2014, Rojas & Garzón. “Determinación del grado de estandarización del autorefractómetro versus autorefractómetro bajo cicloplejia mediante la prueba piloto del protocolo reiso”.** La evaluación de 19 niños entre las edades de 5 a 15 años demuestra que los datos obtenidos del autorefractómetro usando ciclopléjicos fueron menos negativos en miopías y más positivos en las hipermetropías al contrastarlos con los datos obtenidos del autorefractómetro sin uso de ciclopléjicos, esto posiblemente debido a la relajación de la acomodación. El margen de error que se obtuvo fue de 0.14 que es no clínicamente significativo, porque las diferencias entre ambos datos fueron mínimas. La concordancia de los cilindros fue muy buena tanto intra-examinador como inter-examinador con el gold estándar afirmando que el autorefractómetro da valores en cilindros repetibles, reproducibles y precisos. (Rojas & Garzón, 2014).

**2014, Krishnacharya. “Study on accommodation by autorefraction and dynamic refraction in children”.** Un estudio realizado por Prabhakar Srinivasapur Krishnacharya en el 2014, tomo una muestra de 149 niños emétopes, dentro del grupo de edad de 3 a 16 años, utilizando el auto-refractómetro TOP- CON AR RM-8000B. Entre los resultados encontrados midiendo el esfuerzo acomodativo, medio en los 149 niños incluidos en el estudio fue de  $-0,63 \pm 0,69$  D, siendo la refracción dinámica de  $-0,07 \pm 0,44$  D antes de la cicloplejía, mientras que la media fue de  $+0,52$  D tras la cicloplejía, independientemente del método utilizado. El auto-refractómetro midió un esfuerzo acomodativo de  $-0,17$  D por unidad de cambio en la refracción dinámica antes de la cicloplejía, y de  $+0,90$  D tras la misma. (Krishnacharya, 2014).

**2018, Diana Cristina Sánchez Mariño. Su estudio lleva por nombre “Estudio comparativo de los datos retinoscopicos versus datos obtenidos en el auto refractómetro en pacientes de 38 a 55 años atendidos en ópticas del centro y sur de quito, periodo agosto-octubre del 2018”.** Ocupó una muestra de 100 personas entre las edades de 38 a 55 años a los

cuales se le tomo la refracción objetiva por medio de la retinoscopía estática y autorefractómetro. La diferencia en las técnicas es leve, diferencia en la media prácticamente es igual, la significancia bilateral está en 0,046 y 0,035 respectivamente., los demás resultados que resaltan esta la comparación en técnicas y los resultados obtenidos en la refracción estática y el auto refractómetro, de ambos ojos simultáneamente, se determinó que la diferencia de media entre los dos fue significativa pues la significancia bilateral entre las dos técnicas está en 0,031, 0,040, 0,027 y 0,037 respectivamente. (Sánchez, 2018).

**S.f, Martinez, “Estudio comparativo de métodos refractivos en niños”.** Por medio de este trabajo investigativo se llegó a conclusión que el autorefractómetro genera en la mayoría de los niños, más en las edades de 9 y 14 años, refracciones más miópicas que el subjetivo. Por lo tanto, de la misma manera en que se realiza con la retinoscopía estática, siempre el valor de la esfera debe ser ajustado con la prueba subjetiva. Los valores en caso de astigmatismo arrojados por el autorefractómetro, de igual modo deben de ser ajustados subjetivamente, porque en muchos casos obtenemos la misma calidad visual con valores bajos de cilindros. (Martínez M. L., s.f).

**2017, Armando P. “Estudio de los resultados retinoscópicos con diferentes técnicas de refracción en pacientes del sector norte de la ciudad de Quito, en el periodo 2017. Creación de una cabeza automatizada como simulador retinoscópico para la clínica del itsco.”** Este estudio elaborado en Quito en el año 2017, en el cual se examinaron a personas con edades comprendidas entre los 15 a 34 años, dando un total de 224. El cual llego a la conclusión que la diferencia entre los resultados obtenidos entre las técnicas esfera por esfera con esfera por cilindro negativo, esfera por esfera con esfera por cilindro positivo y esfera por cilindro negativo con esfera por cilindro positivo la diferencia no tiene significancia según el estudio realizado. (Armado, 2017).

**2009, Salcedo. “Variaciones en la magnitud de la respuesta acomodativa a través de diferentes técnicas de retinoscopia dinámica”.** En su estudio se examinaron a 53 personas que comprendían entre las edades de 5 a 39 años de edad, muestra que la variación promedio de las técnicas evaluadas fue de 0.1768 (DE=0.1545), la de la retinoscopia de Nott fue de 0.0919 (DE=0.1259), la de Cross fue de 0.1933 (DE=0.1475), la de MEM fue de 0.2099 (DE=0.1548) y la de Bell fue de 0.2122 (DE=0.157330607). La técnica que obtuvo mayor promedio en cuanto al valor absoluto de las variaciones fue la retinoscopia de Bell y la técnica que obtuvo un menor promedio fue la técnica de Nott. Existió una diferencia estadísticamente significativa entre los promedios de las diferencias entre las técnicas Bell y Nott (IC=0,99); entre MEM y Nott (IC=0,99); entre Cross y Nott (IC=0,99); no existió una diferencia significativa entre las técnicas de Bell y Cross (IC=0,63); entre Cross y MEM (IC=0,57) y entre Bell y MEM (IC=0,08). (Salcedo, 2009).

## JUSTIFICACIÓN

Al término de la investigación se pretende estimar el error inducido por el componente acomodativo en los valores refractivos, del autorefractómetro, pre y post la aplicación del agente ciclopléjico, determinando si existen diferencias clínicamente significativas entre estos métodos, para una posible aplicación clínica en el campo de la optometría médica a la hora de realizar estos examen, obteniendo así un mejor resultado a la hora de hacer la toma de la refracción mediante el uso del autorefractómetro, logrando de esta manera un proceso más rápido y confiable, lo cual permitirá ahorrar tiempo y esfuerzo al examinador.

Dicho estudio pretende servir de base científica para los futuros optometristas, que pretendan seguir realizando investigaciones en base a este tema, ya sea con distintos modelos de autorefractómetros o aplicando otros fármacos, para lograr determinar las variaciones existentes y completando más los resultados obtenidos en base al tema. Este estudio también pretende servir de aporte en cantidad de material teórico que existe en la región y específicamente en Nicaragua.

En los últimos años el autorefractómetro ha ganado auge por su desempeño relativamente rápido y fácil, el cual puede ser ejecutado por técnicos entrenados, sin embargo, esta técnica tiene varios inconvenientes, con frecuencia el autorefractómetro sobre-estima la miopía y sub-estima la hipermetropía (sobre todo en personas jóvenes), en opacidades corneales o de medios refringentes oculares, además los costos son más altos. (Rojas & Garzón, 2014), razones por las cuales también se pretende realizar dicho estudio. Este proyecto de investigación proporcionara al optometrista una base de información confiable, que fundamente la utilización del autorefractómetro en la práctica clínica como método para obtener la refracción del paciente como un punto de partida para la refracción subjetiva.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En determinados países se han realizado estudios que comprueban las variaciones que existen entre el autorefractómetro con ciclopejía y sin ciclopejía, demostrando si existe o no diferencias clínicamente significativas entre estos métodos. Dichos estudios realizados solo dejan como alternativa que estas variaciones se deban posiblemente al componente acomodativo, lo cual se pretende realizar en dicho estudio, estimando el error inducido por el componente, realizando pruebas acomodativas que verifiquen cuanto de acomodación está siendo paralizada en los pacientes, obteniendo así el error inducido al comparar ambos métodos. Según López (2010) citado por Rojas & Garzón (2014, p. 18), Se ha demostrado que los resultados obtenidos del autorefractómetro con ciclopejía dan datos más positivos en hipermetropías y menos negativos en miopías con respecto a los datos del autorefractómetro sin ciclopejía, posiblemente debido a la relajación de la acomodación. En el caso del cilindro, en algunos ojos se observan diferencias importantes, pero sin tendencia definida.

Este estudio se llevará a cabo en los estudiantes de primero año de la carrera de Optometría Médica de la UNAN-Managua en el periodo del año 2019. Se pretende obtener un estimando del error inducido por la acomodación en la toma de la refracción objetiva por medio del autorefractómetro, este estudio está dirigido a los profesionales y estudiantes de la salud visual, con el fin de traer nuevos resultados sobre la estimación de estos métodos.

A partir de la caracterización y delimitación del problema antes expuesto, se plantea la siguiente pregunta principal del presente estudio: ¿Cuál es el error de medición inducido por el componente acomodativo al comparar el uso del autorefractómetro con ciclopejía y sin ciclopejía, utilizando como variable de referencia el método de refracción subjetivo en los estudiantes de optometría médica de primero año del periodo 2019?

## **OBJETIVO GENERAL**

- ❖ Estimar el error de medición inducido por el componente acomodativo al comparar el uso del autorefractómetro con cicloplejia y sin cicloplejia utilizando como variable de referencia el método de refracción subjetivo en los estudiantes de optometría medica de primero año.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Caracterizar socio-demográficamente a la población en estudio.
- ❖ Describir los valores del autorefractómetro sin cicloplejia y con cicloplejia.
- ❖ Estimar el error de medición inducido por el componente acomodativo en el uso de auto refractómetro.
- ❖ Comparar el nivel de satisfacción de los métodos empleados en relación a los valores obtenidos en la refracción subjetiva.

## MARCO TEÓRICO

### Métodos objetivos de refracción

#### Autorefractómetro Objetivos

El autorefractómetro es un instrumento empleado en la optometría para medir de forma objetiva el error refractivo ocular, sin la intervención de las apreciaciones del paciente ni del examinador. Evalúan esfera, cilindro y eje dando un dato de la refracción del paciente, son utilizados frecuentemente en la práctica optométrica y oftalmológica para establecer un punto de partida en la refracción subjetiva. Los autorefractómetros hoy en día son mucho más utilizados en la práctica clínica por su fácil manejo, buenos resultados y adecuados niveles de precisión en poco tiempo, además proporcionan al especialista una información bastante fiable sobre la refracción ocular de la persona examinada. (Martinez, Furlan, Pons, & Saavedra, 1998).

Los refractómetros asistidos por ordenador representan el estadio más reciente en el desarrollo de la ciencia de la refracción ocular, que tuvo sus comienzos con la invención de las gafas hacia el final del siglo XIII. Hasta la invención de la caja de lentes de prueba por Fronmuller en Alemania en 1843, las gafas ya fabricadas se conseguían a través de vendedores ambulantes. Como Hofstetter (1948) comentaba, el único examen refractivo que se hacía era el del mismo comprador, quien seleccionaba las gafas de la bandeja del vendedor ambulante. La invención de la caja de lentes de prueba puso al comprador en posición de depender del consejo del vendedor ambulante. Con el desarrollo de la retinoscopía, hacia finales del siglo XIX, el vendedor ambulante de gafas fue reemplazado por el optometrista, que era capaz de medir los defectos refractivos de sus clientes, tanto objetiva como subjetivamente. Marg (1973) señala que el primer refractómetro, inventado por De Zang en 1908, evolucionó hasta los forópteros de American Optical modelos 588, 589 y 590, así como los Rx-Master. Finalmente, lo que más tarde llegó a

ser el refractor de Green, fabricado por Bausch&Lomb, evolucionó a partir de un instrumento inventado por Hunsicker en 1931. (Grosvenor, 2004, pág. 271).

### **Refractómetros ópticos**

Bastante antes de la disponibilidad de los instrumentos asistidos por ordenador, se introdujeron varios refractómetros ópticos. Entre los instrumentos de esta categoría se encuentran los refractómetros Rodenstock, Zeiss y Essel, todos de origen europeo. Todos estos instrumentos están basados en el principio del retinoscopio, el oftalmoscopio o el frontofocómetro. Todos son instrumentos de exámenes objetivos para el paciente, pero subjetivos para el examinador, de modo que a veces el examinador siente que son sus ojos los que están siendo examinados. Aunque estos instrumentos son razonablemente eficaces en términos de defecto refractivo esférico, tienen dos problemas básicos: a) tienden a ser inexactos con cilindros pequeños, en términos de potencia y eje, y b) el control de la acomodación suele ser un problema, de tal forma que el punto final del examen refractivo puede dar un valor erróneo en el sentido de menor hipermetropía o mayor miopía. El más reciente de estos instrumentos es el refractómetro Topcon, que apareció justo antes de la disponibilidad de los primeros autorefractómetros. Este instrumento tiene aproximadamente el tamaño y la forma de un queratómetro, y su coste se compara favorablemente con el de un refractómetro estándar. Cuando se utiliza el refractómetro Topcon, el examinador y el paciente miran ambos el mismo optotipo, con la diferencia de que el optotipo del paciente incluye también un anillo verde para la fijación ocular. El instrumento se utiliza de la misma forma que un frontofocómetro. La experiencia adquirida con este instrumento en el programa de detección visual en la Universidad de Indiana indica que pueden obtenerse resultados exactos (comparables con los de la retinoscopía) en adultos de edad avanzada, pero la acomodación es a veces problemática en adultos jóvenes y niños. (Grosvenor, 2004, pág. 271).

## **Primeros Autorefractómetros**

Los primeros autorefractómetros empezaron a comercializarse alrededor de 1970, desde entonces han ido evolucionando y mejorando, al incorporar avances tecnológicos. Los modelos actuales, toman la queratometría simultáneamente con la refracción. Hoy el autorefractómetro es parte de los equipos básicos en un consultorio de optometría y oftalmología, y con el transcurso del tiempo y el avance tecnológico vertiginoso de la industria óptica, se ha convertido en un instrumento más de diagnóstico, que proporciona muchísimos beneficios.

Realiza automáticamente la medida de la refracción ocular de forma objetiva con velocidad, y relativa exactitud, cuyos datos complementan la historia clínica de los pacientes, en consultorios con un flujo numeroso de pacientes, ayuda a agilizar la consulta, es un equipo que infunde en la paciente sensación de “alta tecnología”. Los principios básicos de los autorefractómetros automatizados son: fuente de luz infrarroja, optómetro de Badal y objeto de fijación, el sistema visual humano es insensible a este tipo de radiación (luz infrarroja), no se produce ningún estímulo en la retina, no hay reacción que interfiera con la medida. La luz incidente con esta longitud de onda (800 a 900 nm) en realidad se refleja desde la esclera, razón por la cual las mediciones refractivas son erróneamente miópicas.

Como objetivo de fijación, actualmente se utiliza la técnica de neblina para reflejar la acomodación, y previo a la refracción objetiva el objeto se ve desenfocado, el instrumento proyecta la escena en un plano virtual detrás del ojo, favoreciendo que la acomodación se relaje. (Grupo Franja, 2015).

## **Autorefractómetros Portátiles**

SureSight es un autorefractómetro asequible, portátil y amigable para los niños que le permite evaluar a los pacientes, incluidos niños pequeños y adultos, en cualquier momento y en cualquier lugar. SureSight Vision Screener es una prueba de visión objetiva, precisa y asequible que garantiza una detección temprana y confiable del error de refracción primario en niños. La detección temprana mejora los resultados y reduce duración del tratamiento.

SureSight se basa en el método básico de Hartmann-Shack el cual consiste en que la luz se envía desde una fuente de iluminación dentro del SureSight a través de un haz divisor y se enfoca en la parte posterior del ojo (retina). La retina, a su vez, refleja la luz vuelve al dispositivo. Dentro de la unidad, el rayo viaja a través de una serie de espejos y es recibido por una matriz de micro lentes, creando una imagen que se envía a una cámara CCD. El patrón de punto de luz formado se traduce en esfera, cilindro y eje. (Welch Allyn, Inc, 2017).

## **Evaluación de los Autorefractómetros**

Los resultados obtenidos por siete autorefractómetros fueron comparados con los de la refracción clínica convencional en 55 sujetos, de edades comprendidas 20 y 68 años, por Wesemann y Rossow (1987). Es concluyeron que existe poca diferencia en cuanto a eficacia entre los autorrefractómetros de diferentes fabricantes. Observaron que los instrumentos estaban tan igualados que era casi imposible valorar su eficacia en sujetos amétropes normales. Concluyeron además que todos los instrumentos pueden recomendarse sin vacilación para la realización de un examen de la refracción preliminar. Pero, debido a que los instrumentos a veces dan grandes errores (de 1 o más D) y a que ninguno de los instrumentos es capaz de realizar un equilibrio binocular, no es posible prescribir directamente a partir de un dato obtenido con un

autorefractómetro. Estas conclusiones concordaban con las observadas por Grosvenor, Perrigin y Perrigin (1985a), en el sentido de que la refracción realizada por el Dioptron Nova puede considerarse como un sustituto de la retinoscopía, pero no de la prueba subjetiva de la refracción. (Grosvenor, 2004, pág. 275).

### **Ventajas**

Son las siguientes: a) en una consulta llena que obtienes grandes beneficios, el coste de un autorefractómetro es casi insignificante, puesto que puede amortizarse conjuntamente con otro equipo; b) los pacientes tienden impresionarse cuando el profesional tiene lo que parece ser el último equipo de «alta tecnología», y c) debido a que el autorefractómetro puede ser operado por un asistente o técnico, el ahorro de tiempo del profesional le permite dedicarse a otras tareas. Sin embargo, el tiempo ahorrado es menor de lo que uno puede imaginar, ya que una vez el paciente se sienta en la silla oftálmica y se ajusta el autorefractómetro a la cara, el tiempo requerido por un refraccionista experimentado en realizar la retinoscopía no es más de aproximadamente 1 min por ojo. (Grosvenor, 2004, pág. 275).

### **Desventajas**

Son las siguientes: a) se tiende a fortalecer, en la mente del paciente, la idea de que el equipo de «alta tecnología» es más importante que el conocimiento y la destreza del profesional, y b) como resultado de no realizar la retinoscopía, lo más probable es que el profesional pase por alto algunos indicios sutiles que pueden ser más tarde de utilidad, como: un reflejo en forma de hendidura que se ve cuando un paciente desvía el ojo y que indican que los datos tanto objetivos como subjetivos del cilindro son dudosos, y la presencia de cambios corticales precoces en el

cristalino que a menudo se ven con retinoscopía pero que pueden pasar desapercibidos (sin dilatar) durante la oftalmoscopia o la biomicroscopia. (Grosvenor, 2004, pág. 275).

### **Retinoscopía Objetiva**

Autores definen a la retinoscopía o esquiascopia (del griego skiáa, sombra), como un método objetivo de refracción, es decir, la refracción se obtiene sin precisar información o respuesta por parte del sujeto interpretando la luz reflejada en su retina al iluminarlo con el retinoscopio. Para realizar la retinoscopía sólo es necesaria una leve colaboración manteniendo la fijación en los optotipos y la posición de la cabeza. La retinoscopía reduce el tiempo y los errores en la refracción. Además, por ser un método objetivo, resulta imprescindible a la hora de realizar la refracción en situaciones donde la comunicación resulta difícil o imposible, por ejemplo, en niños, personas con discapacidades mentales, sordos o ancianos. También permite detectar irregularidades en la córnea, en cristalino y opacidades en los medios. (Martín & Vecilla, 2010).

La retinoscopía estática es la prueba objetiva que se utiliza para determinar el estado refractivo del ojo, mientras la acomodación se mantiene relajada a través de la fijación binocular a distancia. Su importancia radica en que es usualmente la primera técnica que se hace al evaluar la refracción ocular; los hallazgos retinoscópicos sirven como confirmación independiente de los resultados subjetivos. La retinoscopía se practica en pacientes que colaboren, pero también puede realizarse en niños, enfermos mentales, pacientes de baja visión, no colaboradores o con histeria ocular; de este modo su resultado puede ser la base de la corrección óptica aun cuando los pacientes no den respuestas subjetivas fiables (CE, WJ, & HC, 2006). Con una buena medición objetiva, el profesional puede juzgar la fiabilidad y pertinencia de las respuestas del paciente a la prueba subjetiva (Safir, Kulikowski, Crocetti, Kuo, & Deuschle, 1973).

El instrumento utilizado para este fin es el retinoscopio, que consiste en un sistema de iluminación formado por una lámpara halógena, una lente de proyección y un elemento reflector. El observador sitúa su ojo detrás de la pupila del instrumento con el fin de observar los reflejos que provienen de la retina del ojo examinado (Furlan, Monreal, & Escrivá, 2003)

Un retinoscopio es un dispositivo sencillo que combina un sistema de iluminación con un sistema de observación, ambos sobre el mismo eje. De esta manera se proyecta un haz de luz (franja o punto) sobre el fondo del ojo. El sistema de observación permite ver el reflejo luminoso proveniente de la retina del ojo explorado a través del espejo. Estos rayos se ven afectados por el estado refractivo del ojo por lo que, dependiendo de las características de su movimiento, el optometrista puede detectar defectos de refracción como la miopía, hipermetropía o el astigmatismo. (Martín & Vecilla, 2010).

### **Neutralización**

Como mencionan (Furlan, Monreal, & Escrivá, 2003) el objetivo fundamental de la retinoscopía consiste en obtener la llamada neutralización del reflejo (o de las sombras) entendiéndose por esta condición por la cual la imagen de la retina de ojo examinado se forma en el plano de la pupila del retinoscopio.

Otros autores plantean que el objetivo de la retinoscopía es neutralizar las sombras con la ayuda de lentes, que serán positivas en el caso de sombras directas o negativas para sombras inversas, hasta que no se aprecie movimiento de sombra alguna. El punto de neutralización se consigue cuando se sitúa el punto remoto (PR) del sujeto en la apertura del retinoscopio. De manera que todos los rayos que emerjan de la retina del ojo examinado entrarán en la pupila del

examinador y, por tanto, la pupila del sujeto aparecerá uniformemente iluminada en todos los movimientos del retinoscopio.

Al alcanzar la neutralización, conviene conocer cuál es el estado refractivo exacto. Pero, en realidad la neutralización no es un punto, sino una zona, cuya magnitud depende de las dimensiones de la pupila y de la distancia de trabajo. Su determinación no es sencilla puesto que se trata de decidir un punto dentro de una zona de duda, justo cuando la dirección de las sombras empieza a cambiar.

Ante la duda es preferible elegir la lente anterior a la inversión de las sombras, otros autores recomiendan elegir la lente más positiva o menos negativa de la zona de duda. (Martín & Vecilla, 2010).

### **Realización de la retinoscopía**

El retinoscopio a usar es el de franja, caja de pruebas o foróptero y un punto de fijación.

- El paciente no debe llevar gafas.
- Debe estar colocado de manera que sus ojos estén a la misma altura de los ojos del examinador.
- Colocamos el foróptero o la montura de pruebas con la distancia pupilar correspondiente.
- Pedimos al paciente que mantenga los dos ojos abiertos durante el examen.
- El examinador no debe obstaculizar su mirada al frente para que se mantenga el alineamiento con el eje visual.
- Utilizamos OD para examinar OI del paciente y OI con OI del paciente.

- Nos colocamos a la distancia de trabajo, colocando el lente de compensación en la montura de prueba (+1.50, +2.00).
- Todo esto es recomendable realizar con luz tenue.
- Procedemos a pedir que mire el punto de fijación iniciando con OD luego con OI.
- Determinamos si el error refractivo es esférico, cilíndrico o combinado, moviendo la posición del mango y girando la franja 360 grados. Analizaremos los siguientes cambios:

1. Fenómeno de rotura.

2. Fenómeno de engrosamiento.

3. Fenómeno oblicuo.

Dependiendo del color, de la dirección del movimiento de la iluminación procedemos a diferenciar los errores de refracción como: miopía, hipermetropía, astigmatismo o defectos refractivos combinados. (Salazar & Salinas, 1999).

### **Determinación de la refracción**

Una vez conocida la potencia de la lente con la que se consigue la neutralización, es sencillo deducir cuál es el valor de la potencia de la lente que compensa la ametropía del ojo. Para ello debemos de tener en cuenta que la potencia neutralizadora, se puede considerar como la suma de dos componentes: una es la potencia de la lente compensadora, que lleva el punto remoto del ojo al infinito, y la otra es la potencia de una lente positiva, que atrae la imagen del infinito al plano retinoscópico. A esta lente se le denomina lente de trabajo, y su potencia es igual a la inversa de la distancia de trabajo expresada en metros. (Furlan, Corral, Martí, & Tortosa, 2011).

En el caso que las sombras presenten la misma velocidad, brillo e intensidad en todos los meridianos. Por tanto, se neutralizan colocando lentes esféricas. También se puede estimar la cantidad de ametropía realizando distintas maniobras:

### **Ametropías esféricas**

**Estimación miópica:** el explorador se aproxima hacia el sujeto con el retinoscopio en la posición de espejo plano hasta que aparezcan sombras directas. Después se desplaza hacia atrás hasta encontrar la zona de neutralización, en ese momento el examinador estará situado en el punto remoto del sujeto por lo que su conversión a dioptrías informará del grado de miopía que presenta. Una vez realizada la estimación está indicado afinar la retinoscopia a la distancia de trabajo habitual. La estimación miópica está indicada en defectos entre -5,00 y -10,00 D.

**Estimación hipermetrópica:** se realiza con la técnica del realce, que consiste en subir o bajar (según el modelo) lentamente el mango del retinoscopio, pasando de la posición de espejo plano a espejo cóncavo, hasta conseguir el reflejo retiniano más estrecho posible. Si no se puede estrechar el reflejo retiniano se trata de una hipermetropía de 1,00 D o menor, mientras que si el reflejo retiniano se estrecha (se realza) con un pequeño movimiento del mando la hipermetropía oscila alrededor de +2,00 D y cuando el mango se mueve en su totalidad y se consigue el máximo realce del reflejo retiniano se tratará de una hipermetropía de +5,00 D aproximadamente (fig. 13-11). Si se sospecha de una hipermetropía mayor se puede colocar la lente de +5,00 D e iniciar de nuevo la técnica del realce, estimando así la totalidad del defecto refractivo.

En ametropías muy elevadas se puede tener la sensación de que no existen sombras y confundirse con el punto neutro o encontrar un reflejo muy tenue que puede confundirse con la presencia de medios no transparentes. Para confirmar si la ausencia de sombras se corresponde

con el punto neutro está indicado acercarse 10 o 15 cm hacia el sujeto, si aparecen sombras directas (con espejo plano) se confirma la sospecha de estar en el punto neutro, mientras que si al acercarse el reflejo sigue sin cambiar esta indicado diferenciar entre una ametropía elevada o la presencia de medios no transparentes. Para descartar la presencia de medios no transparentes se pueden colocar lentes esféricas positivas o negativas, de distintas potencias, por ejemplo, 3,00, 5,00 o 10,00 D, si continúan sin aparecer sombras se confirma la sospecha de medios no transparentes. (Martín & Vecilla, 2010).

### **Ametropías cilíndricas**

El astigmatismo se reconoce por encontrar dos reflejos distintos en cada meridiano principal en los que se puede apreciar diferente velocidad, anchura y brillo de la franja. Cuando no se explora en la misma dirección que el meridiano principal se puede observar que el movimiento del reflejo no es paralelo al de la franja. (Martín & Vecilla, 2010).

Al realizar la retinoscopía en un ojo con astigmatismo se pueden dar tres situaciones:

- Las sombras de ambos meridianos son directas
- Las sombras de ambos meridianos son inversas
- Uno de los meridianos presenta sombras directas y el otro, inversas.

### **Localización del eje del cilindro**

Existen cuatro fenómenos que permiten encontrar el eje del cilindro.

1. Fenómeno del quiebro: cuando no se está explorando en la dirección del meridiano principal el reflejo retiniano y la franja no coinciden por lo que aparentan una línea quebrada. Girando la franja hasta colocarla paralela al reflejo retiniano se obtiene la dirección del eje del cilindro.

2. Fenómeno de la anchura: el reflejo retiniano aparece más estrecho cuando coincide con la dirección del eje del cilindro.

3. Fenómeno de la intensidad: el reflejo retiniano aparece más brillante cuando coincide con el eje.

4. Fenómeno de la inclinación: cuando se está en la orientación correcta y se mueve ligeramente la franja sin rotarla se produce un movimiento paralelo y acompasado del reflejo retiniano, Mientras que cuando se está en una orientación errónea el reflejo y la franja se mueven en direcciones diferentes.

Una vez localizado el eje del cilindro puede estar indicado estimar la cantidad de la ametropía realizando la maniobra de realce. Además, con esta maniobra al reducirse el ancho de la franja se puede leer con mayor exactitud los grados en la retícula de la gafa de pruebas o foróptero.

Una vez neutralizado el reflejo retiniano se puede afinar el eje del cilindro con la técnica del cabalgamiento, que consiste en rotar la franja  $45^\circ$  en cada dirección del eje propuesto y comparar ambas imágenes. En caso de ser diferentes, en cuanto a brillo, anchura o definición el eje propuesto será erróneo. Para calcular la orientación adecuada es necesario girar el cilindro hacia el lado en que el reflejo retiniano sea más brillante y estrecho hasta que no se encuentren diferencias entre ambas imágenes. (Martín & Vecilla, 2010).

### **Retinoscopía Bajo Cicloplejia**

La retinoscopía bajo cicloplejia busca medir el defecto refractivo del paciente en ausencia de la acomodación; para esto se necesitan ciclopléjicos, los cuales bloquean los receptores muscarínicos en el músculo ciliar y en el iris, por lo tanto, no serán estimulados por la

acetilcolina; debido a esto, no va a haber acomodación y se producirá midriasis pupilar. (Viner, 2002).

Este tipo de retinoscopía es más confiable, ya sea para niños o cuando hay presencia de estrabismos, ambliopías, hipermetropías latentes, anomalías acomodativas. (Castro & Olarte, 2014) Es importante resaltar que los ciclopléjicos no se deben utilizar en pacientes que presenten síndrome de Down, convulsiones, problemas neurológicos, con cardiopatías, glaucoma con ángulo cerrado, entre otras.

### **Refracción objetiva automática**

La refracción objetiva automática es una alternativa de la retinoscopía que se realiza a través de instrumentos mucho más sofisticados en su diseño, que se conocen genéricamente con el nombre de autorefractómetro. Para realizar las mediciones del estado refractivo, todos los autorefractómetros utilizan luz infrarroja en lugar de luz visible, por varias razones. La primera es que el sistema visual humano es insensible a este tipo de radiación, con lo cual no se produce ningún estímulo en la retina y por lo tanto no hay ninguna reacción, como contracción pupilar o acomodación, que pueda interferir con la medida (Furlan, Monreal, & Escrivá, 2011).

### **Acomodación**

Se refiere al proceso por el cual ocurren cambios en el poder dióptrico del cristalino para enfocar sobre la retina la imagen de un objeto. (Campbell, Benjamin, & Howland, 1998). La función acomodativa permite que la retina pueda percibir una imagen nítida sin importar la distancia de fijación; en humanos, el principal disparador de la respuesta acomodativa es el emborronamiento. El cambio en la acomodación desde visión lejana hacia visión próxima se denomina acomodación positiva y está mediada por el sistema nervioso parasimpático; el cambio

desde cerca hacia lejos se llama acomodación negativa y puede ser resultado de una estimulación simpática o de una disminución de la estimulación parasimpática. (Amos, 2008)

La acomodación no es simplemente la habilidad de ver nítidamente objetos cercanos con la mejor corrección de lejos, el término «acomodación» hace referencia a un cambio dióptrico dinámico y activo del poder refractivo del ojo. Por ello, es conveniente diferenciar entre acomodación fásica, acomodaciónseudofásica y pseudoacomodación. El primer término indica un aumento en el poder dióptrico del ojo que permite enfocar objetos cercanos gracias a la modificación de su cristalino. La acomodaciónseudofásica se origina cuando, al contraerse el músculo ciliar, se produce una alteración de la lente intraocular como un desplazamiento anteroposterior de la misma o una separación de los componentes ópticos que la forman (en el caso de una lente intraocular de óptica dual), aumentando el poder dióptrico del ojo. Y, por último, el término «pseudoacomodación» se refiere a alcanzar una visión de cerca funcional en ojos presbitas con la mejor corrección de lejos a través de un proceso no acomodativo como pueden ser la multifocalidad (lente intraocular, lentes de contacto, ablaciones corneales o lentes oftálmicas progresivas), monovisión, aumento de la profundidad de campo (debido a diámetros pupilares pequeños) y aberraciones oculares inducidas (astigmatismo, aberración esférica, etc.). (Montás-Micó, 2011).

Durante la acomodación, cuando el ojo necesita cambiar el enfoque desde objetos lejanos a cercanos, el músculo ciliar se contrae disminuyendo la tensión en los ligamentos suspensores que sujetan al cristalino. La relajación de las zónulas permite que ambas superficies de la lente, y especialmente la anterior, adopten una forma más curvada, engrosando el cristalino en el centro y desplazándose la superficie frontal ligeramente hacia delante. Estos cambios dan lugar a un

incremento en la potencia equivalente del ojo. En un ojo relajado enfocado para el infinito, la potencia equivalente del cristalino es aproximadamente 19 D.

En un ojo acomodando a un punto a 10 cm de la córnea, la potencia del cristalino es aproximadamente de 30 D. Se debe tener en cuenta que el nivel de acomodación se mide como la vergencia del objeto enfocado, y esta no se debe confundir con la potencia del ojo. Para el ojo relajado, el nivel de acomodación es cero, pero la potencia del ojo es aproximadamente 60 D. Aunque el nivel de acomodación y el incremento en la potencia del cristalino no son lo mismo, son variables que están muy relacionadas. (Marín, 2005)

La primera referencia al papel del cristalino en el proceso de acomodación fue propuesta por Descartes en 1677, si bien fue Thomas Young en 1801 quien demostró los cambios en el cristalino, utilizando las variaciones que se producen en las imágenes de Purkinje. La teoría más aceptada para explicar este proceso fue propuesta por Helmholtz en 1855, también basada en los cambios que se producen en las imágenes de Purkinje. Más recientemente, en 1992, Schachar propuso una teoría alternativa a la de Helmholtz basándose en un análisis matemático. (Martín & Vecilla, 2010).

### **Componentes de la acomodación**

El proceso de acomodación puede dividirse en cinco mecanismos diferenciados que explican la relación entre el estímulo de acomodación, el efecto motor y la respuesta ocular que se produce:

**Acomodación tónica:** Es aquella parte de la acomodación presente incluso en ausencia de estímulo. Está directamente relacionada con la miopía nocturna o la miopía de campo oscuro. Representa el estado de reposo de la acomodación y es consecuencia del tono del músculo ciliar.

**Acomodación por convergencia:** Es la cantidad de acomodación estimulada o relajada por efecto de un cambio en la convergencia. Ejemplo: cuando miramos a un objeto cercano la acomodación aumenta y cuando miramos a un punto lejano la acomodación se relaja.

**Acomodación proximal:** Acomodación provocada por la sensación de proximidad. Se produce generalmente al utilizar instrumentos como el microscopio, el prismático, etc.

**Acomodación refleja:** Respuesta involuntaria y automática de la acomodación a la borrosidad. Representa la mayor parte de la acomodación que se modifica según las características del estímulo.

**Acomodación voluntaria:** Es independiente de cualquier estímulo. La mayoría de las personas no poseen la capacidad de modificar la respuesta acomodativa de forma voluntaria sin entrenamiento previo. Aunque es fácilmente entrenable. (Caicedo, 2011).

**Punto remoto (PR):** es el plano conjugado de la retina cuando el ojo mantiene la acomodación en reposo. Es el punto más lejano que un ojo puede ver con claridad cuando la acomodación está en reposo. En la emetropía el PR se sitúa en el infinito óptico (6 m). En la miopía el PR está situado entre el infinito y el ojo, cuanto más miope es el ojo más cerca se encuentra el PR, mientras que en la hipermetropía el PR se sitúa por detrás de la retina, se dice que es una imagen virtual.

La inversa del punto remoto, en metros, se corresponde con la refracción del ojo. Así, un ojo que tenga su punto remoto a 50 cm será un ojo miope de 2,00 D y le corresponderá una refracción de -2,00 D (cumpliendo el criterio de signos al estar situado entre el infinito y el ojo).

**Punto próximo (PP):** es el plano conjugado de la retina cuando el ojo acomoda al máximo.

Es el punto más cercano que puede verse con claridad utilizando la totalidad de su acomodación.

Su localización dependerá de la edad del sujeto y de la refracción que tenga.

**Recorrido o rango de acomodación:** se define como la distancia en metros que existe entre el punto remoto y el punto próximo. El recorrido de acomodación varía dependiendo de si el sujeto es emétrope, miope o hipermétrope, mientras que la amplitud de acomodación sólo varía con la edad. (Martín & Vecilla, 2010).

**Amplitud de acomodación:** La amplitud de acomodación es expresada por (Goss, 1995) como "la diferencia expresada en dioptrías entre el punto lejano y el punto cercano del alojamiento con respecto al plano de gafas, la pupila de entrada, o cualquier otro punto de referencia del paciente para la corrección del ojo". El punto cercano de amplitud suele determinarse mediante una prueba push-up realizada monocularmente con cada ojo y binocularmente, y es la más cercana de las tres mediciones la tomada. La distancia medida puede entonces convertirse en dioptrías. Si el paciente no lleva lentes iguales a la refracción subjetiva durante el ensayo, se debe ajustar el valor dióptrico obtenido: un aumento si se usa un plus insuficiente, una disminución si se usa un menos insuficiente. Una fórmula para la amplitud de alojamiento en dioptrías es la siguiente:

$$AA = \frac{100}{NPA \text{ en cm}} + [RE - L]$$

Donde NPA representa el punto cercano de la amplitud (generalmente medido en cm); RE representa el error de refracción del paciente en dioptrías, y L representa la potencia en dioptrías de las lentes usadas mientras se tomó la medición de del punto próximo.

Hay una predecible disminución gradual de amplitud a lo largo de tu vida. Se dispone de varios cuadros de normas de amplitud para determinadas edades. También pueden utilizarse formulas para los cambios esperados en la amplitud de alojamiento con la edad. (Hofstetter, 1944) Obtuvo las siguientes fórmulas para la amplitud a partir de los datos de (Donders, 1864), (Duane, 1909) y (Kaufman, 1979): Amplitud máxima Amplitud probable = Amplitud mínima 15 0,25 años 25 0,4 años 18,5 0,3 edad %3D %3D Estas fórmulas son aplicables hasta los 60 años de edad. A los aproximadamente 60 años de edad, se ha alcanzado la presbicia absoluta, condición en la que la capacidad de acomodación es completamente ausente. La gama normal de amplitudes de alojamiento para las personas mayores de 60 años es de 0 a 1,00D. Los pacientes con presbicia absoluta a menudo tendrán amplitud de mediciones de alojamiento hasta 1.00D debido a la profundidad del foco del ojo.

### **Estímulos que desencadenan el reflejo de la acomodación**

El reflejo de acomodación puede estimularse por diferentes procesos, entre los que destacan:

1. Emborronamiento de la imagen retiniana, estimulándose el reflejo de acomodación.
2. Cambio de vergencia de los rayos de luz que inciden en la retina: la variación de la inclinación de los rayos que llegan a la retina desencadena el reflejo acomodativo.
3. Psíquicos: tamaño y distancia aparente de los objetos (acomodación proximal).
4. Aberración cromática.
5. Movimiento de los objetos.
6. Modificaciones de las imágenes retinianas.

## **Relación acomodación-convergencia**

Puesto que el músculo ciliar esta inervado por el III par, que también inerva al esfínter del iris y los rectos internos, durante el proceso de la acomodación se producen otros dos cambios importantes con especial trascendencia al analizar la visión binocular. Esta coincidencia se denomina sincinesia acomodación-convergencia y se caracteriza porque al acomodar se produce un movimiento de convergencia de ambos ojos a la vez y miosis o contracción pupilar.

La sincinesia acomodación-convergencia permite:

- Aumentar la profundidad de foco (distancia por delante y por detrás del plano de enfoque a la que se puede mover el objeto sin que disminuya la calidad óptica de la imagen).
- Regular la entrada de luz a la retina.
- Disminuir las aberraciones ópticas periféricas propias del sistema óptico del ojo.

La inervación compartida por el III par exige que al estimularse la acomodación se estimule la convergencia, definiéndose la relación acomodación-convergencia (relación AC/A, del inglés Accommodative Convergence/Accommodation). Sin embargo, esta relación tiene valores clínicos diferentes entre sujetos, es decir, en algunas personas la misma cantidad de acomodación puede ocasionar un cambio diferente en la convergencia. La relación AC/A suele expresarse indicando el cambio en convergencia que provoca una dioptría de acomodación, así una relación AC/A 3:1 indica que por cada dioptría de acomodación se convergen tres dioptrías prismáticas. Así mismo, el sistema visual permite variar la convergencia sin variar la acomodación y viceversa este proceso recibe el nombre de acomodación relativa o convergencia relativa. (Martín & Vecilla, 2010).

Al enfocar un objeto situado a una distancia próxima se producen los siguientes reflejos:

- **Acomodación:** aumenta el poder dióptrico del ojo, los rayos que provienen de un objeto situado más cerca de infinito son divergentes, por lo que formarán la imagen detrás de la retina estimulando el proceso de acomodación.
- **Convergencia de los ejes visuales:** Para permitir que la imagen del objeto que se está mirando se vea con la fóvea de cada ojo (fusión). Si un objeto situado en infinito se acerca al observador, las imágenes de este objeto que antes se situaban en la fóvea se desplazarán temporalmente, lo que desencadena el estímulo de convergencia, esta situación en la que la imagen del objeto no se localiza en ambas fóveas se denomina disparidad y estimula el reflejo de fusión que, con ayuda de los músculos extraoculares pretende que la imagen se localice en ambas fóveas.
- **Miosis:** además de los dos anteriores al acomodar también se produce una disminución del diámetro pupilar.
- **Cambios en la relación acomodación-convergencia** explican la aparición de diferentes alteraciones de la visión binocular tanto estrábicas como no estrábicas. Ya que esta relación no es matemática ni fija, para mantener la visión binocular también se puede acomodar sin variar la convergencia y viceversa.

Se denomina **acomodación relativa** a la cantidad de acomodación que un sujeto es capaz de poner en juego sin necesidad de variar su convergencia y se diferencian:

**Acomodación relativa positiva (ARP):** es la cantidad de acomodación relativa que se puede poner en juego desde el punto de fijación hacia el observador. Se evalúa estimulando la acomodación, es decir poniendo lentes negativas.

**Acomodación relativa negativa (ARN):** es la cantidad de acomodación que un sujeto es capaz de relajar sin variar la convergencia. Se evalúa poniendo lentes positivas.

Se denomina **convergencia relativa** a la cantidad de convergencia que se puede poner en juego sin variar la acomodación. La convergencia relativa es menos utilizada en la clínica. (Martín & Vecilla, 2010).

### **Midriáticos y Ciclopléjicos**

Los fármacos midriáticos producen midriasis o dilatación de la pupila, mientras que los ciclopléjicos provocan cicloplejía o parálisis del músculo ciliar y, por lo tanto, de la acomodación. Tanto los midriáticos como los ciclopléjicos se emplean en la exploración oftalmológica. Los fármacos ciclopléjicos se utilizan también para realizar la refracción objetiva ya que, debido a su acción sobre el músculo ciliar, paralizan gran parte de la acomodación. Esto resulta fundamental en los niños por su gran capacidad de acomodación. (Lorenzo et al, 2008).

Asimismo, ambos grupos de fármacos están indicados en los procesos inflamatorios de la úvea anterior, así como en otros procesos que precisen:

1. El reposo del músculo ciliar, que evita el dolor que acompaña a la acomodación y sus espasmos.
2. La disminución de la permeabilidad de los vasos uveales inflamados, que reduce el número de células inflamatorias en la cámara anterior.
3. Evitar las sinequias posteriores que se pueden producir en el curso de una iridociclitis.

La midriasis y la cicloplejía disminuyen el drenaje del humor acuoso, por lo que han de evitarse sus efectos en los pacientes con ángulo iridocorneal estrecho debido a la posibilidad de desencadenar un glaucoma agudo.

Dentro de este grupo de fármacos los más utilizados en oftalmología son: los antagonistas de la acetilcolina en los receptores colinérgicos muscarínicos (antagonistas muscarínicos) y los agonistas de los receptores alfa-adrenérgicos (agonistas adrenérgicos). (Lorenzo et al, 2008).

### **Antagonistas Muscarínicos**

Estos fármacos son los midriáticos más efectivos y producen cicloplejía, en mayor o menor grado, mediante el bloqueo del control parasimpático del músculo esfínter del iris y del músculo ciliar (parasimpaticolíticos). Los antagonistas muscarínicos de uso común en oftalmología son la atropina, el ciclopentolato y la tropicamida. (Lorenzo et al, 2008).

### **Atropina**

En forma de colirio, es un potente midriático y ciclopléjico de acción rápida y muy duradera. La intensidad y duración de la midriasis y la cicloplejía dependen de la pigmentación del iris. En personas con ojos oscuros, el efecto se retarda y es menos intenso, pero más duradero que en los ojos claros, debido a la mayor acumulación de receptores muscarínicos en los ojos pigmentados. Su indicación más habitual es el tratamiento de las iridociclitis por su rapidez de acción y duración de efecto, así como para la refracción en niños. (Lorenzo et al, 2008).

La administración tópica produce efectos secundarios, tanto oculares como sistémicos. Los oculares son fundamentalmente dermatitis palpebrales, conjuntivitis papilares y queratitis de etiología alérgica, dado que la atropina es uno de los fármacos que produce más hipersensibilidad. Los efectos locales más peligrosos son la aparición de un glaucoma agudo de

ángulo estrecho o el aumento de la presión intraocular en pacientes con glaucoma crónico simple. A los efectos sistémicos son más sensibles los ancianos y los niños, que pueden presentar un cuadro de intoxicación atropínica con postración, vómitos, hipertermia, hiperemia, hipotensión, taquicardia y sequedad de piel y mucosas. Debe tenerse en cuenta que 10 mg de atropina son letales para un niño y que en una gota hay 0,5 mg. (Lorenzo et al, 2008).

### **Ciclopentolato**

Es un potente midriático y el fármaco ciclopléjico más utilizado en la práctica clínica para la refracción, sobre todo en niños y jóvenes. Presenta algunas ventajas: con la luz intensa no provoca contracción pupilar, su acción ciclopléjica es de menor duración que la de la atropina y no altera, o apenas lo hace, la presión intraocular en ojos normales. También es útil en el tratamiento de la iridociclitis, especialmente en pacientes alérgicos a la atropina, debiéndose aplicar con mayor frecuencia por su menor duración de acción. Entre los efectos adversos cabe destacar que puede provocar un cuadro de glaucoma agudo en pacientes con ángulo estrecho y elevar la presión intraocular en pacientes con glaucoma crónico simple. A nivel sistémico puede producir mayor afectación del sistema nervioso central (SNC), que se manifiesta por somnolencia, desorientación, alteraciones emocionales, cefaleas y ataxia. Los niños y ancianos son más sensibles, siendo los efectos tóxicos más comunes con concentraciones del 2 % o instilaciones múltiples del 1 %. En estos pacientes, y en los que presentan parálisis o lesión cerebral, deberían utilizarse concentraciones del 0,5%. (Lorenzo et al, 2008).

### **Tropicamida**

Es un derivado sintético del ácido trópico, altamente liposoluble, por lo que penetra rápidamente a través del epitelio corneal y alcanza concentraciones elevadas en los receptores. La

aplicación previa de un anestésico tópico prolonga su efecto midriático y ciclopléjico. Sus efectos en relación con otros antagonistas muscarínicos son más rápidos, pero de menor duración, siendo la midriasis mayor que la cicloplejía. Por lo tanto, es el fármaco de elección cuando se requiere fundamentalmente midriasis. Entre los efectos adversos, puede elevar la presión intraocular en pacientes con glaucoma crónico simple. Los fenómenos sistémicos y las reacciones de hipersensibilidad son infrecuentes. Debido a que carece de efectos vasopresores, es uno de los midriáticos más seguros para pacientes con enfermedades cardiovasculares y para dilatar la pupila a los recién nacidos. (Lorenzo et al, 2008).

### **Agonistas Adrenérgicos: Fenilefrina**

Los agonistas de los receptores alfa-adrenérgicos pueden producir midriasis al estimular estos receptores simpáticos en el músculo dilatador del iris (simpaticomiméticos). Sin embargo, no producen cicloplejia ya que el sistema simpático no controla el músculo ciliar en los seres humanos. El agonista alfa-adrenérgico utilizado más a menudo es la fenilefrina. Tras la aplicación tópica, la fenilefrina contrae el músculo dilatador del iris y el músculo liso de las arteriolas conjuntivales, provocando midriasis y blanqueamiento de la conjuntiva. Estimula el músculo de Müller, ampliando la hendidura palpebral, y disminuye la presión intraocular en ojos normales y con glaucoma de ángulo abierto. Como midriático se usa en concentraciones variables (2,5-10 %). Su efecto máximo aparece los 45-60 min, y la recuperación del tamaño pupilar se produce a las 6 horas. También se usa en el tratamiento de las sinequias posteriores y en las ptosis palpebrales por desnervación simpática (síndrome de Horner) o en su diagnóstico ya que, aplicada al 1 %, dilata intensamente la pupila de un ojo con desnervación posganglionar, mientras que, si es preganglionar, la midriasis de ambos ojos es insignificante. Sus efectos adversos oculares son transitorios, pero los sistémicos son más graves. (Lorenzo et al, 2008).

El uso de fenilefrina al 10 % está contraindicado en acardiópatas, en hipertensos, en pacientes con hipotensión ortostática o con aneurismas, en diabéticos insulino dependientes y en pacientes con arteriosclerosis avanzada. También está contraindicado en pacientes atropinizados que tomen inhibidores de la monoaminoxidasa, antidepresivos tricíclicos, reserpina, guanetidina o metildopa, porque potencian sus efectos adversos cardiovasculares. En los niños y ancianos, la concentración aconsejada de 2,5 %; si del 10 %, no debe instalarse más de una gota por hora. (Lorenzo et al, 2008).

## **HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

- 1.** El error de medición inducido por el componente acomodativo **podría ser** estimado al comparar los valores de refracción y confort visual obtenidos mediante el uso del autorefractómetro sin cicloplejia y autorefractómetro con cicloplejia en los estudiantes de primer año de la carrera de optometría medica UNAN-Managua en el periodo del año 2019.

## **HIPÓTESIS ESTADÍSTICA.**

1.1) **HO:** Los valores de refracción obtenidos con el autorefractómetro utilizando ciclopejia **son iguales** con los valores obtenidos con el autorefractómetro sin ciclopejia.

1.2) **HA:** Los valores de refracción obtenidos con el autorefractómetro utilizando ciclopejia **son distintos** de los valores obtenidos con el auto refractómetro sin ciclopejia.

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

### **Tipo De Estudio**

De acuerdo al diseño metodológico el tipo de estudio es cuasiexperimental. Cuasi experimental porque según Hernández (2008), no hay aleatorización en la distribución de los sujetos en los grupos, tampoco existe un control absoluto de todas las variables relevantes, pero se pretende tener el mayor control posible; el grupo también fue sometido a una medición previa y otra posterior. De acuerdo a la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista 2014, el tipo de estudio es correlacional. De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es prospectivo, por el período y secuencia del estudio es transversal.

### **Área De Estudio**

El área de estudio por lo institucional, responde a la Facultad de Ciencias Médicas, UNAN-Managua. Por lo técnico del objeto de estudio estará centrado en los estudiantes de primero año la carrera de Optometría Medica, en la institución ya antes mencionada y por su ubicación geográfica la presente investigación se realizará en el departamento de Managua.

### **Universo y Muestra**

Para el desarrollo de esta investigación y por sus características particularidades, la población objeto de estudio fue definida en los estudiantes de primero año, que en total son 45 que corresponden a la Carrera de Optometría Medica.

El tamaño de la muestra en el presente estudio, se corresponde a un muestreo no probabilístico a conveniencia que incluye a los estudiantes de la carrera de Optometría Medica de primer año, se eligieron a 30 (60 ojos) la cual incluía personas emétopes, miopes, hipermétropes y astigmáticos. En este estudio se aplicarán dos variables, el autorefractómetro con cicloplejia y sin

cicloplejia, para esto la población en estudio debe cumplir con los criterios de inclusión y exclusión.

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN**

### **Criterios de inclusión**

- Ser estudiante de primer año de la carrera de Optometría Medica.
- Ser emétrope, miope, hipermétrope o poseer astigmatismo.
- Poseer defectos refractivos no corregidos y corregidos.
- Estar entre las edades 16 a 24 años.

### **Criterios de exclusión**

- No pertenecer al primer año de la carrera de Optometría Medica.
- Poseer alguna opacificación en cualquiera de los medios refringentes.
- Estudiantes que posean ambliopía.
- No estar entre las edades de 16 a 24 años.

## DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables, o Dimensiones	Variable Operativa	Técnicas de Recolección de Datos e Información
<p><b><u>Objetivo Específico 1.</u></b></p> <p>1. Caracterizar socio-demográficamente a la población en estudio.</p>	<p>1.1. Características sociodemográficas.</p>	<p>1.1.1 Edad.</p> <p>1.1.2 Sexo.</p> <p>1.1.3 Pasatiempos.</p>	<p>1.1.1.1 Tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento del individuo hasta la fecha de realización del estudio.</p> <p>1.1.1.2. Características biológicas que nos define en hombre y mujer.</p> <p>1.1.1.3. Tiempo invertido en actividades de preferencias por el individuo.</p>	<p style="text-align: center;">Ficha de Recolección de datos</p>
<p><b><u>Objetivo Específico 2.</u></b></p> <p>2. Describir los valores del autorefractómetro sin ciclopejía y con ciclopejía.</p>	<p>2.1. Valores del autorefractómetro sin ciclopejía.</p> <p>2.2. Valores del autorefractómetro con ciclopejía.</p>	<p>2.1.1. Agudeza visual sin ciclopejía.</p> <p>2.1.2. Estado acomodativo sin ciclopejía.</p> <p>2.1.3. Estado Refractivo sin ciclopejía.</p> <p>2.1.4. Subjetivo sin ciclopejía.</p>	<p>2.1.1.1. Agudeza visual del OD sin ciclopejía.</p> <p>2.1.1.2. Agudeza visual del OI sin ciclopejía.</p> <p>2.1.1.3. Agudeza visual del AO sin ciclopejía.</p> <p>2.1.2.1. PPA sin ciclopejía.</p> <p>2.1.2.2. PPC sin ciclopejía.</p>	<p style="text-align: center;">Ficha de Recolección de datos</p>

		<p>2.2.1. Agudeza visual con ciclopejia.</p> <p>2.2.2. Estado acomodativo con ciclopejia.</p> <p>2.2.3. Estado Refractivo con ciclopejia.</p> <p>2.2.4. Subjetivo con ciclopejia.</p> <p>2.2.5. Consideraciones farmacológicas.</p>	<p>2.1.2.3. MEM sin ciclopejia.</p> <p>2.1.2.3. Flexibilidad Acom sin ciclopejia.</p> <p>2.1.2.5. AA sin ciclopejia.</p> <p>2.1.3.1. Rx objetiva sin ciclopejia.</p> <p>2.1.4.1. Subjetivo sin ciclopejia.</p> <p>2.2.1.1. Agudeza visual del OD con ciclopejia.</p> <p>2.2.1.2. Agudeza visual del OI con ciclopejia.</p> <p>2.2.1.3. Agudeza visual del AO con ciclopejia.</p> <p>2.2.2.1. PPA con ciclopejia.</p> <p>2.2.2.2. PPC con ciclopejia.</p> <p>2.2.2.3. MEM con ciclopejia.</p> <p>2.2.2.4. Flexibilidad Acom con ciclopejia.</p> <p>2.2.2.5. AA con ciclopejia.</p>	
--	--	---	---	--

			<p>2.2.3.1. Rx objetiva con cicloplejia.</p> <p>2.2.4.1. Subjetiva con cicloplejia.</p> <p>2.2.5.1. Dosis del agente ciclopléjico.</p> <p>2.2.5.2. Tiempo de efecto.</p>	
<p><b><u>Objetivo Específico 3.</u></b></p> <p>3. Estimar el error de medición inducido por el componente acomodativo en el uso de autorefractómetro.</p>	<p>3.1. Error de medición inducido por el componente acomodativo en el uso de autorefractómetro.</p>	<p>3.1.1. Determinación de la diferencia promedio entre la acomodación sin y con cicloplejia.</p> <p>3.1.2. Determinación de la diferencia promedio entre la Rx sin y con cicloplejia.</p>	<p>3.1.1.1 Suma y promedio de todos los datos obtenidos de la acomodación sin y con cicloplejia.</p> <p>3.1.1.2. Suma y promedio de todos los datos obtenidos de las Rx sin y con cicloplejia.</p>	<p>Ficha de Recolección de datos</p>

<p><b><u>Objetivo Específico 4.</u></b></p> <p>4. Comparar el nivel de satisfacción de los métodos empleados en relación a los valores obtenidos en la refracción subjetiva.</p>	<p>4.1. Nivel de satisfacción de los métodos empleados</p>	<p>4.1.1. Examen subjetivo.</p>	<p>4.1.1.1 Preferencia con los resultados del subjetivo sin ciclopejia.</p> <p>4.1.1.2. Preferencia con los resultados del subjetivo con ciclopejia.</p>	<p>Ficha de Recolección de datos</p>
--	--	---------------------------------	--	--------------------------------------

## **MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Corresponde a un estudio cuasiexperimental donde se analizó a un grupo pre establecido debido a que este no fue creado artificialmente, por lo cual no se tiene un control total de las variables, aunque se pretende tener el mayor control posible; el grupo fue sometido a una medición previa y otra posterior al fármaco ciclopléjico, midiendo los cambios que presentaron.

Se propuso una ficha de recolección de datos, que incluye los diferentes exámenes de importancia para el estudio:

- Datos generales: Nombre y apellidos, edad, sexo, ocupación, hobbies y procedencia
- Agudeza visual: AV VL y AV VC.
- Acomodación: Punto próximo de acomodación, punto próximo de convergencia, retinoscopía MEM, amplitud de acomodación, flexibilidad de acomodación
- Refracción objetiva: Refracción con autorefractómetro sin ciclopléjico y con ciclopléjico
- Refracción subjetiva: Agudeza visual alcanzada con los datos del subjetivo sin ciclopléjico y Agudeza visual alcanzada con los datos del subjetivo con ciclopléjico.

## **PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN**

Se atendieron a 30 estudiantes (60 ojos) entre las edades de 16 a 24 años de primer año de la carrera de Optometría Medica, en las clínicas de Optometría del recinto universitario del pabellón 64, como en la clínica ubicada en la Colonia Miguel Bonilla. El tiempo para la toma de los datos fue de 1 hora.

El instrumento principal para la recolección de datos de este estudio es el autorefractómetro por lo cual a los 30 pacientes (60 ojos) se le realizó la toma de la refracción con el

autorefractómetro portátil Sure Sight Welch Allyn (pre y pos la aplicación del agente ciclopléjico) y previamente se explicó el procedimiento a los pacientes:

1. Tanto examinador como paciente deben encontrarse sentados en una postura correcta y cómoda con sus ejes de visión alineados a la misma altura.
2. El examinador tiene que hacer coincidir el lente de captación del autorefractómetro con el eje visual del paciente.
3. El lente de captación del autorefractómetro y el ojo del paciente se deben de encontrar a 30 cm de distancia para que el sensor de proximidad detecte y nos permita hacer las tomas.
4. Se le pide al paciente que observe una luz puntual de color rojo que el autorefractómetro que emite en el lente de captación.
5. Posteriormente el examinador debe de mantener el autorefractómetro portátil en el eje visual del paciente durante los próximos 5 segundos.
6. El autorefractómetro debe de hacer un pitido que confirma que la refracción fue tomada de manera automática.
7. Se procede a anotar los datos obtenidos en la hoja de refracción.
8. Este procedimiento se realiza para ojo derecho y ojo izquierdo.

**NOTA:**

Dicho procediendo se realizó 3 veces para ojo derecho y ojo izquierdo entre lapsos de 5 minutos, pre y pos la aplicación del agente ciclopléjico. Para realizar todos los exámenes bajo el efecto ciclopléjico, previamente se aplicó 1 gota de Tropicamida al 1% cada 5 minutos hasta cumplir 2 gotas, para mantener un control correcto se evaluó la pupila cada 5 minutos (se evaluó tamaño y tiempo de reacción) hasta cumplir los 25 minutos.

## PLAN DE TABULACIÓN Y ANÁLISIS

A partir de los datos que sean recolectados, se diseñará la base datos correspondientes, utilizando el software estadístico SPSS, v. 21 para Windows. Una vez que se realice el control de calidad de los datos registrados, serán realizados los análisis estadísticos pertinentes.

De acuerdo a la naturaleza de cada una de las variables y guiados por el compromiso definido en cada uno de los objetivos específicos, serán realizados los análisis descriptivos (a) el análisis de frecuencia, (b) las estadísticas descriptivas según cada caso, correspondientes a las variables nominales y/o numéricas, entre ellos. Además, se realizarán gráficos del tipo: (a) pastel o barras de manera univariadas para variables de categorías en un mismo plano cartesiano, (b) barras de manera univariadas para variables dicotómicas.

Se realizarán los análisis de contingencia pertinentes para todas aquellas variables no paramétricas, antes aplicando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las variables de agudeza visual, posteriormente se estará aplicando la prueba de Friedman para las viables antes mencionadas y la prueba de Wilcoxon para las variables de confort visual; los cuales permiten demostrar la correlación lineal entre variables de categorías, mediante la comparación de la probabilidad aleatoria del suceso, y el nivel de significancia pre-establecido para la prueba entre ambos factores, de manera que cuando  $p \leq 0.05$  se estará rechazando la hipótesis nula planteada y aceptando la hipótesis alternativa. De igual manera para el cálculo del efecto promedio y el error de medición por el componente acomodativo se realizó la diferencia promedio entre los datos de acomodación pre y pos la aplicación del agente ciclopléjico y de la misma manera para los datos de las refracciones con el autorefractómetro, todo esto realizado en el programa de Excel 2016.

## RESULTADOS

En el presente estudio se evaluó a un total de 30 estudiantes correspondientes al primer año de la carrera de Optometría Medica cuyas edades se encuentran entre los 16 y 24 años.

De la variable sociodemográfica **edad**, durante el análisis estadístico se encontró que la edad predominante fue el rango de edades entre 16 - 18 años con el 76.7% (23), seguido del grupo de edades en el rango entre 19 - 21 años con el 20.0% (6) y por último el rango 22 - 24 años con el 3.3% (12). **(Ver Tabla N°1)**

Con respecto al **sexo**, no se encontró un sexo predominante, ambas partes iguales, sexo masculino con un 50% (15) y sexo femenino con el 50% (15). **(Ver Tabla N°2)**.

Al realizar el análisis estadístico de la variable “**pasatiempo**” se encontró que el pasatiempo predominante fue el **uso de celulares móviles**, con un 30% (9), seguido de **practicar deportes**, con un 23.3 % (7), **ver películas**, con un 20% (6), y por ultimo **escuchar música y lectura**, ambos con un 13.3% (1) y (1), para un total del 100%. **(Ver Tabla N°3)**.

Se precedió a realizar la “Prueba de FRIEDMAN” Para las variables del examen **Agudeza Visual**, se encontró que: Durante la recolección de los datos de la AV inicial en VL del OD, agudeza visual subjetiva sin ciclopejia del OD y agudeza visual subjetiva con ciclopejia para OD. Siendo  $P= 0.000123$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que en las variables en estudio hay una diferencia significativa. **(Ver Tabla N°4)**.

En cuanto a la recolección de los datos de la AV inicial en VL del OI, agudeza visual subjetiva sin ciclopejia del OI y agudeza visual subjetiva con ciclopejia para OI. Siendo  $P= 0.000028$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que en las variables antes mencionadas hay una diferencia significativa. **(Ver Tabla N°5)**.

En la recolección de los datos de la AV inicial de AO en VL, agudeza visual subjetiva sin ciclopejia de AO y agudeza visual subjetiva con ciclopejia de AO. Siendo  $P= 0.000375$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que en las variables antes mencionadas hay una diferencia significativa entre las variables. **(Ver Tabla N°6).**

En los resultados obtenidos de la AV inicial en VC del OD, agudeza visual subjetiva sin ciclopejia del OD y agudeza visual subjetiva con ciclopejia para OD. Siendo  $P= 5.9582E-7$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que en las variables en estudio hay una diferencia significativa entre las variables. **(Ver Tabla N°7).**

Durante la recolección de los datos de la AV inicial en VC del OI, agudeza visual subjetiva sin ciclopejia del OI y agudeza visual subjetiva con ciclopejia para OI. Siendo  $P= 4.7975E-7$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que en las variables antes mencionadas hay una diferencia significativa entre las variables. **(Ver Tabla N°8).**

En cuanto a los datos de la AV inicial de AO, agudeza visual subjetiva sin ciclopejia del AO y agudeza visual subjetiva con ciclopejia para AO. Siendo  $P= 0.000023$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que en las variables en estudio hay una diferencia significativa entre las variables. **(Ver Tabla N°9).**

A continuación, se requiere calcular el margen de error inducido por el componente acomodativo, por lo tanto, se trabaja con dos grupos de variables que son relacionadas entre sí (uno con ciclopejia y uno sin ciclopejia), esto con el fin de comprobar la eficacia de la acción del agente ciclopléjico por medio de la diferencia de los datos obtenidos de las pruebas de PPA, PPC, MEM, AA, FLEX.

PPA: (valores sin influencia de convergencia) Tomamos en cuenta los valores de borrosidad/recobro previo y posterior a la aplicación del fármaco Tropicamida 1 %, determinamos la diferencia promedio de los valores entre HLN (O CM) Y 40 cm (mayor a 40 se consideraba fuera de rango) como resultado se obtuvo que el efecto promedio de parálisis acomodativa inducido por el fármaco fue 3.32 D tanto para OD como OI en el factor de borrosidad. En cuanto a la capacidad de reacción acomodativa del paciente posterior a la aplicación del fármaco (tomando como referencia el punto de recobro) fue de 0.34 D para OD y de 0.35 D para OI.

PPC: (valores con influencia de convergencia) Tomando en cuenta los valores de ruptura y recobro previos y posterior a la aplicación del fármaco Tropicamida 1 %, determinamos la diferencia promedio de los valores entre HLN (O CM) Y 40 cm (mayor a 40 se consideraba fuera de rango) como resultado se obtuvo que el efecto promedio de parálisis acomodativa inducido por el fármaco fue 3.32 D. En cuanto a la capacidad de reacción acomodativa del paciente posterior a la aplicación del fármaco (tomando como referencia el punto de recobro) fue de 0.36 D.

MEM: Tomando en cuenta los valores de retinoscopia MEM previos y posterior a la aplicación del fármaco Tropicamida 1%, determinamos la diferencia promedio de los valores, como resultado se obtuvo que el efecto promedio de lag acomodativo inducido por el fármaco fue de 0.51 D tanto para OD como OI. Dando como resultado un valor de lag acomodativo mayor al valor normal en ambos ojos.

AA: Tomando en cuenta los valores de AA previos y posteriores a la aplicación del fármaco Tropicamida al 1%, determinamos la diferencia promedio de los valores, como resultado se

obtuvo que el efecto promedio de paralización de AA fue de 8.57 D para ojo derecho y de 8.54 D para ojo izquierdo.

Tomando en cuenta los valores de la flexibilidad acomodativa previos y posteriores a la aplicación del fármaco Tropicamida al 1%, determinamos a diferencia promedio de los valores; como resultado se obtuvo que el efecto promedio de paralización de los c.p.m fue de 8.43 c.p.m para ambos ojos.

Cuando se realizó el calculo del margen de error inducido por el componente acomodativo en la refacción con el autorefractómetro. Los valores tomados en cuenta fueron los obtenidos de la esfera, cilindro y eje del OD con el autorefractómetro, previo y posterior a la aplicación del fármaco Tropicamida 1 %. Se determinó la diferencia promedio de 0.60D para esfera, una diferencia promedio de 0.02D en el cilindro y una diferencia promedio de 0 grados para el eje, se debe de tomar en cuenta que, por la naturaleza aleatoria de la selección de los pacientes y los resultados del examen, no todos presentan astigmatismo, tomando aquellos pacientes que solo presentan el componente esférico como valores perdidos. Comprobando que los valores obtenidos con el autorefractómetro bajo cicloplejia son más cercanos al valor real del paciente.

Para los valores obtenidos de la esfera, cilindro y eje del OI con el autorefractómetro, previo y posterior a la aplicación del fármaco Tropicamida 1 %. Se determinó la diferencia promedio de 0.63D para esfera, una diferencia promedio de 0.02D en el cilindro y una diferencia promedio de 0 grados para el eje, se debe de tomar en cuenta que, por la naturaleza aleatoria de la selección de los pacientes y los resultados del examen, no todos presentan astigmatismo, tomando aquellos pacientes que solo presentan el componente esférico como valores perdidos. Comprobando que

los valores obtenidos con el autorefractómetro bajo cicloplejia son más cercanos al valor real del paciente. **(Ver Tabla N°10) y (Ver Tabla N°11).**

Respecto al nivel de satisfacción de los métodos empleados en comparación a los valores obtenidos en la refracción subjetiva, se realizó la “Prueba de WILCOXON” y se encontró que: los datos de la sensación de mareo con la corrección obtenida bajo cicloplejia y sensación de mareo con la corrección obtenida sin cicloplejia. Siendo  $P= 0.059$  se rechaza la hipótesis alternativa y se concluye que en las variables en estudio no hay una diferencia significativa. **(Ver Tabla N°12).**

Para los datos de la cefalea causada con la corrección obtenida bajo cicloplejia y cefalea causada con la corrección obtenida sin cicloplejia. Siendo  $P= 0.012$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que en las variables en estudio hay una diferencia significativa. **(Ver Tabla N°13).**

En cuanto a los datos de la sensación de profundidad con la corrección obtenida bajo cicloplejia y sensación de profundidad con la corrección obtenida sin cicloplejia. Siendo  $P= 0.00$  se rechaza la hipótesis nula y se llega a la conclusión que hay una diferencia significativa entre ambas variables. **(Ver Tabla N°14).**

Según los datos de la habilidad de caminar con normalidad con la corrección obtenida bajo cicloplejia y habilidad de caminar con normalidad con la corrección obtenida sin cicloplejia. Siendo  $P= 0.01$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una diferencia significativa entre las dos variables. **(Ver Tabla N°15).**

Durante la recolección de los datos de la sensación de confort con la corrección obtenida bajo cicloplejia y sensación de confort con la corrección obtenida sin cicloplejia. Siendo  $P= 0.00$  se

rechaza la hipótesis nula y se llega a la conclusión que si existe una diferencia significativa entre las variables en estudio. **(Ver Tabla N°16).**

Los datos de las variables sensación de borrosidad con la corrección obtenida bajo ciclopejia y sensación de borrosidad con la corrección obtenida sin ciclopejia. Siendo  $P= 0.00$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una diferencia significativa entre las variables en estudio. **(Ver Tabla N°17).**

Respecto a los datos del nivel/Tiempo de tolerancia con la corrección obtenida bajo ciclopejia y nivel/Tiempo de tolerancia con la corrección obtenida sin ciclopejia. Siendo  $P= 0.00$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe una diferencia significativa entre las variables en estudio. **(Ver Tabla N°18).**

En cuanto a los datos de la sensación de mejora visual con la corrección obtenida bajo ciclopejia y sensación de mejora visual con la corrección obtenida sin ciclopejia. Siendo  $P= 0.00$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que en las variables en estudio hay una diferencia significativa. **(Ver Tabla N°19).**

## DISCUSIÓN Y ANÁLISIS

Al hacer el análisis estadístico de todas las variables de agudeza visual, teniendo en cuenta que se utilizó la escala propuesta por la OMS en 1994, por conveniencia del estudio: Normal: 20/12 a 20/25, cercano a lo normal: 20/30 a 20/60 y visión baja leve: 20/80 a 20/160, y aplicando la “Prueba de FRIEDMAN” se logró observar que existe diferencia clínicamente significativa entre las agudezas visuales subjetivas, sin cicloplejia y con cicloplejia, notándose una mejoría al aplicar el agente ciclopléjico en comparación a cuando no se utilizó dicho fármaco. Los resultados de esta prueba fueron los esperados, demostrando que con la aplicación del agente ciclopléjico se logra obtener una mejor AV. Estos mismos resultados se obtuvieron tanto para visión lejana como en visión cercana.

Durante la recolección de los datos de las pruebas acomodativas, pre y post la aplicación del agente ciclopléjico, Tropicamida al 1%. En PPA se logró observar que en pacientes que presentaban defectos refractivos altos ligados a una animalia acomodativa, dichos resultados eran cambiantes, los pacientes que presentaban miopías altas + exceso de acomodación, durante la toma de dicho examen, su punto de nitidez estaba más próximo de lo normal, al igual que el punto de recobro, pero quedando fuera del rango de 40 cm, una vez aplicando el ciclopléjico, paralizando completamente la acomodación en visón cercana, lo cual da como prueba que la aplicación de dicho fármaco cumplió su función. Este mismo patrón se repitió a la hora de la toma del PPC, quedando un punto de ruptura más cercano al normal en los casos de pacientes con exceso acomodativo, pero quedando su punto de ruptura fuera del rango de 40 cm al aplicar el ciclopléjico. Al realizar la retinoscopía MEM, se observó que en los casos de pacientes que tuvieron un MEM bajo (en relación al valor normal), al momento de aplicar el agente ciclopléjico estos valores aumentaron, pasando de tener un MEM negativo a uno positivo. En la AA se pudo

observar que por la aplicación del fármaco los valores tuvieron una tendencia a la disminución. A la hora de realizar el examen de Flexibilidad acomodativa, los pacientes que presentaban un exceso acomodativo, (también ligado a un defecto refractivo alto) a la hora de tomar los datos del examen bajo cicloplejia, estos lograban hacer pocos ciclos por minutos, al contrario de pacientes que no estaban ligados a ningún defecto (normal) estos no lograban hacer ni un ciclo, por lo cual se logró corroborar que pacientes que estaban ligados a un exceso acomodativo alto, dicho fármaco paralizaba en menor medida su acomodación, logrando así hacer pocos ciclos. En todas las pruebas acomodativas dichos resultados fueron los esperados, más allá de que hubo casos complejos, en los cuales algunos pacientes presentaron anomalías acomodativas, ya sea una insuficiencia o exceso acomodativo, en todos los pacientes el agente ciclopléjico cumplió su función, paralizando la acomodación adecuadamente.

Durante la obtención de resultado de la refracción con autorefractómetro se logró observar, para esfera, que tanto pacientes Emétopes, miopes, hipermétropes y astigmatas, a la hora de toma de la refracción sin cicloplejia los resultados arrojados por el autorefractómetro eran más bajos a su refracción real, con variaciones que iban desde 0.25D hasta 0.75D, por acomodación. Al realizar estos mismos exámenes, pero con la aplicación del agente ciclopléjico, los datos obtenidos fueron los esperados, ya que las refracciones eran más próximas a las reales, obteniendo en pocos casos variaciones de 0.25D, en comparación a su refracción real. Con dichos resultados obtenidos se demostró que, si existe una diferencia clínicamente significativa al momento de realizar ambas pruebas, obteniendo resultados más fiables y cercanos a la refracción real del paciente al aplicar el ciclopléjico. Estos resultados difieren de otros estudios, los cuales afirman que, durante la realización de estas técnicas, no existen diferencias clínicamente significativas.

Durante la obtención los resultados cilíndricos, sin el uso del agente ciclopléjico, las variaciones fueron mínimas, en comparación a su refracción real, habiendo en pocos casos variaciones de 0.25D. Durante el mismo examen, pero habiendo aplicado el agente ciclopléjico, los resultados obtenidos fueron los esperados, ya que en el 100% de los casos el cilindro fue exacto a la refracción real del paciente, afirmando que el autorefractómetro da valores en cilindros repetibles, reproducibles y precisos lo mismo afirman en el estudio de Wallin y Zadnik donde se confirma que el valor obtenido de los cilindros con el autorrefractómetro es confiable y repetible. (Walline y Zadnik, 1999). Estos mismos resultados se obtuvieron para el eje.

## CONCLUSIÓN

A lo largo de la presente investigación se pretendió conocer la estimación del error de medición inducido por el componente acomodativo del autorefractómetro en los estudiantes de primer año de la carrera optometría médica, del cual se evaluaron a un total de 30 estudiantes (60 ojos).

Al tomar los datos de la agudeza visual y aplicando el análisis “Prueba de FRIEDMAN para variables no paramétricas”. Se logró determinar que, si existe diferencia clínicamente significativa entre los datos encontrados de la AV con ciclopléjico y sin ciclopléjico tomando como punto de partida la AV inicial, obteniendo una mejoría notable a la hora de la toma de la AV con ciclopléjico.

Durante la recolección de los datos de las pruebas acomodativas PPA, PPC, MEM, AA, FLEX, pre y post aplicación del agente ciclopléjico, se determinó la diferencia promedio de los valores y se logró comprobar que la acomodación fue paralizada totalmente en visión cerna, entre un rango de 0 a 40 centímetros, lo que confirma que la acción del fármaco cumplió su función, tomando en cuenta que se respetó la dosis y tiempo de reacción.

Al calcular el margen del error inducido por el componente acomodativo, por medio de la refracción con el autorefractómetro con y sin cicloplejia, tomando en cuenta los valores obtenidos de la esfera, cilindro y eje, se obtuvo que la diferencia promedio, inducida por el componente acomodativo, fue de 0.60D para esfera, una diferencia promedio de 0.02D en el cilindro y una diferencia promedio de 0 grados para el eje, en ojo derecho, y diferencia promedio de 0.63D para esfera, una diferencia promedio de 0.02D en el cilindro y una diferencia promedio de 0 grados para el eje en ojo izquierdo respectivamente.

Al realizar el calculo del nivel de satisfacción de los métodos empleados en comparación a los valores obtenidos en la refracción subjetiva por medio de la “prueba de WILCOXON para variables no paramétricas”. Se ha comprobado que las personas en estudio prefieren la corrección encontrada por medio de la refracción bajo cicloplejia ya que proporciona una mejora visual, dejando claro que si hay diferencias significativas entre ambas correcciones.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se plantean a continuación están dirigidas a las futuras investigaciones que se puedan hacer respecto a este tema y están propuestas por los resultados obtenidos, y también por las limitaciones que se presentaron a la hora de su realización.

- Si se requieren unos resultados más cercanos a la refracción real del paciente se aconseja el uso de algún fármaco ciclopléjico con el autorefractómetro, ya que al paralizar la acomodación se obtiene un dato más real del paciente.
- Para la obtención de datos que validen más esta investigación se recomienda realizar estudios en diferentes grupos de edades, en niños y adultos jóvenes para observar el comportamiento del agente ciclopléjico que se vaya a usar.
- Realizar una investigación donde se vea una comparación con varios tipos y modelos de autorefractómetros, para observar si hay una diferencia significativa en la refracción usando un fármaco ciclopléjico.
- Realizar una investigación donde se vea una comparación con varios tipos de fármacos ciclopléjicos y observar si los resultados encontrados tienen variaciones significativas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Amos, J. F. (2008). *Diagnosis and Management in Vision Care*. Michigan: Butterworths, 1987.
- Armado, P. C. (12 de 2017). Instituto Tecnológico Cordillera. Obtenido de <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/3349/1/30-OPT-17-17-1719101634.pdf>
- Caicedo, E. R. (14 de 07 de 2011). Óptica Fábregas. Obtenido de <http://www.opticafabregas.net>:  
<http://www.opticafabregas.net/wp-content/uploads/2011/04/ALTERACIONES-ACOMODATIVASs.pdf>
- Campbell, Benjamin, & Howland. (1998). *Borish's Clinical Refraction*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Castro, D., & Olarte, F. (01 de 06 de 2014). ResearchGate. Obtenido de [researchgate.net](https://www.researchgate.net/publication/285627121):  
<https://www.researchgate.net/publication/285627121>
- CE, C., WJ, B., & HC, H. (2006). *Borish's Clinical Refraction*. Philadelphia: St. Louis Mo: Butterworth Heinemann/Elsevier.
- Donders. (1864). *Annomalies of accommodation and refraction of the eye*. New Sydenham Society, 204-214.
- Duane. (1909). *The accommodation and Donder's curve and the need of revising our ideas regarding them*. JAMA, 1992-1996.
- Furlan, W. D., Corral, M. M., Martí, A. P., & Tortosa, G. S. (2011). *Instrumentos ópticos y optométricos: Teoría y prácticas*. Valencia: Universitat de València.

- Furlan, W. D., Monreal, J. G., & Escrivá, L. M. (2011). Fundamentos de optometría, 2a ed.: Refracción ocular. Valencia: Universitat de València.
- Furlan, W., Monreal, J. G., & Escrivá, L. M. (2003). Fundamentos de Optometría: Refracción Ocular. Valencia: Universitat de València.
- Goss, D. (1995). Acomodación ocular, convergencia y disparidad de fijación: un manual de análisis clínico. Washington: Elsevier Health.
- Grosvenor, T. (2004). Optometría de Atención Primaria. Masson.
- Grupo Franja. (16 de 09 de 2015). Grupo Franja. Obtenido de <https://grupofranja2.com/index.php/optometria/item/848-bienvenido-el-autorefractometro-keratometro>
- Hofstetter. (1944). A comparison of Dugnes's and Donder's tables of the amplitude of accommodation. Am. J. Optom. Arch. Am. Acad. Optom. 21: 345-363.
- Jorge, Queiros, González-Méijome, Fernandes, Almeida, & Parafita. (13 de Noviembre de 2006). The influence of cycloplegic in objective refraction. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/2dc5/55c7d4c9a491a32af78993de10005b04fbec.pdf>
- Kaufman. (1979). Hyperopia and loss of accommodation following ciliary muscle disinsertion in the cynomolgus monkey: physiologic and scanning electron microscopic studies. Invest. Ophthalmol, 665-673.
- Krishnacharya. (15 de Agosto de 2014). Study on accommodation by autorefraction and dynamic refraction in children. Obtenido de <http://www.journalofoptometry.org/en-pdf-S1888429614000648>

- Liang, C.-L., Hung, K.-S., Park, N., Chan, P., & Juo, S.-H. H. (2003). Comparison of measurements of refractive errors between the hand-held Retinomax and on-table autorefractors in cyclopleged and noncyclopleged children. Obtenido de <https://www.em-consulte.com/article/517099/article/comparison-of-measurements-of-refractive-errors-be>
- Lorenzo et al. (2008). Velázquez. Farmacología Básica y Clínica. Buenos Aires; Madrid: Panamericana.
- Marín, M. C. (2005). Óptica Fisiológica: El sistema Óptico del ojo y la visión binocular. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de [https://eprints.ucm.es/14823/1/Puell\\_%C3%93ptica\\_Fisiol%C3%B3gica.pdf](https://eprints.ucm.es/14823/1/Puell_%C3%93ptica_Fisiol%C3%B3gica.pdf)
- Martín, & Vecilla. (2010). Manual de Optometría. Madrid: Editorial Medica Panamericana.
- Martinez, Furlan, Pons, & Saavedra. (1998). Instrumentos Ópticos y Optométricos. Teoría y práctica. Valencia: Universitat de València.
- Martínez, M. L. (2013). UM. Obtenido de: [https://www.um.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=d87bc8b0-1903-436b-9045-89aa9bc1674b&groupId=279372](https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=d87bc8b0-1903-436b-9045-89aa9bc1674b&groupId=279372)
- Martínez, M. L. (s.f). Universidad de Murcia. Obtenido de [https://www.um.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=d87bc8b0-1903-436b9045-89aa9bc1674b&groupId=279372](https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=d87bc8b0-1903-436b9045-89aa9bc1674b&groupId=279372)
- Montás-Micó. (2011). Optometría Principios básicos y aplicación clínica. Barcelona: Elsevier.

- Naidoo, & Govender. (19 de Diciembre de 2005). Comparación de la fracción no ciclopégica y ciclopegica en el extranjero de niños africanos renacidos 5 - 15 años en Kwazulu-Natal. Obtenido de <https://avehjournal.org/index.php/aveh/article/view/204>
- Rojas, & Garzón. (19 de Septiembre de 2014). Determinación del grado de estandarización del autorefractómetro versus autorefractómetro bajo ciclopejia mediante la prueba piloto del protocolo reisvo. Obtenido de: [ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1163&context=optometria](http://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1163&context=optometria)
- Safir, A., Kulikowski, C., Crocetti, A. F., Kuo, M. I.-H., & Deuschle, K. (1973). A new method of vision care delivery. *Health Services Reports*, 405-415.
- Salazar, E. G., & Salinas, E. (1999). PUCESA. Obtenido de [repositorio.pucesa.edu.ec](http://repositorio.pucesa.edu.ec): <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/95/1/75009.pdf>
- Salcedo, S. S. (1 de 2009). Universidad Autónoma de Aguascaliente, México. Obtenido de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/742/310323.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, D. (12 de 2018). Instituto Tecnológico Cordillera. Obtenido de <http://www.dspace.cordillera.edu.ec/bitstream/123456789/4550/1/33-OPT-18-18-1711894871.pdf>
- Viner, C. (2002). *Paediatric Optometry*. *Paediatric optometry*, 16-21.
- Welch Allyn, Inc. (12 de 06 de 2017). Obtenido de Welch Allyn Web site: [www.welchallyn.com/content/dam/welchallyn/documents/sapdocuments/LIT/14039/140399LITPDF.pdf](http://www.welchallyn.com/content/dam/welchallyn/documents/sapdocuments/LIT/14039/140399LITPDF.pdf)



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

## ANEXOS

### CONSENTIMIENTO INFORMADO



ESTIMACION DEL ERROR DE MEDICION INDUCIDO POR EL COMPONENTE ACOMODATIVO DEL AUTOREFRACTOMETRO EN LOS ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO DE LA CARRERA OPTOMETRÍA MEDICA UNAN-MANAGUA EN EL PERIODO DEL AÑO 2019.

Investigadores:

Br. José Ismael Campos Morales    Carnet: N°15030569    \_\_\_\_\_

Br. Isaac Ismael Alguera Pereira    Carnet: N°15029689    \_\_\_\_\_

Por medio del presente consentimiento informado hacemos llegar la siguiente información:

Somos estudiantes del quinto año de la carrera de Optometría Medica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua y el objetivo principal del estudio es estimar el error de medición del autorefractómetro influenciado por el componente acomodativo con cicloplejia y sin cicloplejia en comparación al método subjetivo.

La participación consta de las siguientes pruebas, las cuales serán explicadas de manera oral a cada paciente a la hora de su realización:

- ✓ Toma de la agudeza visual.
- ✓ PPA sin fármaco ciclopléjico.
- ✓ PPA con fármaco ciclopléjico.
- ✓ PPC sin fármaco ciclopléjico.
- ✓ PPC con fármaco ciclopléjico.
- ✓ Toma de la refracción objetiva por medio del autorefractómetro sin fármaco ciclopléjico.

- ✓ Toma de la refracción objetiva por medio del autorefractómetro con fármaco ciclopléjico.
- ✓ Toma de la refracción subjetiva con los resultados de la refracción objetiva (con y sin fármaco ciclopléjico).
- ✓ Evaluación de la acomodación mediante pruebas: MEM, flexibilidad y amplitud acomodativa.

Los beneficios que se obtendrán con su participación son para el desarrollo de la Optometría a nivel nacional y su perfil investigativo, para brindar una mejor opción de refracción objetiva a todos los profesionales que laboran en la materia. La participación en el estudio es completamente voluntaria y tiene todo el derecho de hacer las preguntas necesarias para resolver sus dudas.

Toda la información recolectada en el presente estudio será estrictamente confidencial, solo se presentarán a las autoridades respectivas para su evaluación, no se pretende revelar ningún dato de los participantes en el estudio.

Este trabajo investigativo sigue las normas éticas declaradas en la convención Helsinki.

Firmo el consentimiento informado de manera voluntaria ya que yo \_\_\_\_\_, he leído y comprendido toda la información que aquí se presenta para participar en la estimación del error de medición inducido por el componente acomodativo del autorefractómetro con cicloplejia y autorefractómetro sin cicloplejia.

Celular: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



UNAN Managua  
Curso de Pregrado  
**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Recolectores: Br. José Campos, Br Isaac Alguera

\*Consentimiento informado adjunto.

**Objetivo:** Estimar el error de medición inducido por el componente acomodativo al comparar el uso del autorefractómetro con cicloplejia y sin cicloplejia utilizando como variable de referencia el método de refracción subjetivo en los estudiantes de optometría medica de primero año.

**Fecha:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

I. DATOS GENERALES.

**Marque con una “X”, SOLO UNA DE LAS OPCIONES.**

**(dg1).** Nombres y Apellidos \_\_\_\_\_:(variable nominal)

**(dg2).** Edad \_\_\_\_ (años) (variable discreta); **(dg3).** Sexo: 1) F \_\_; 2) M \_\_ (variable nominal codificada)

**(dg4).** Ocupación \_\_\_\_\_ **(dg5).** Hobbies \_\_\_\_\_ **(dg6).** Teléfono \_\_\_\_\_

**(dg7).** Procedencia: 1) Urbano \_\_; 2) Rural \_\_; 3) Periferia urbana \_\_. (variable nominal codificada)

**(dg8).** Nombre del Municipio donde ud. vive (variable nominal codificada):

1) Estelí \_\_; 2) Granada \_\_; 3) Managua \_\_; 4) Matagalpa \_\_; 5) León \_\_; 6) Juigalpa \_\_; 7) Masaya\_\_

II. EXAMEN FISICO OCULAR

**(exm1).** AV

VL	VL S/C	VL C/C
OD		
OI		
AO		
AE		

VC	VC S/C	VC C/C
OD		
OI		
AO		
AE		

**(exm2). Evaluación de la Acomodación**

PPA	SC	CC	PPC	SC	CC
OD			AO		
OI					
MEM	SC	CC	Flex Acom	SC	CC
OD			OD		
OI			OI		
AA	SC	CC	AO		
OD					
OI					

**(exm3). Refracción sin ciclopléjico**

	Esfera	Cilindro	Eje
OD			
OI			

**(exm4). Refracción con ciclopléjico**

	Esfera	Cilindro	Eje
OD			
OI			

**(exm5). Subjetivo con los datos encontrados sin ciclopléjicos**

	Esfera	Cilindro	Eje	AV
OD				
OI				

**(exm6). Subjetivo con los datos encontrados con ciclopléjicos**

	Esfera	Cilindro	Eje	AV
OD				
OI				

III. INFORMACION SOBRE LA UTILIDAD Y APLICACIÓN DE LAS TECNICAS DE INVESTIGACION CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS (variables dicotómicas)

CONCEPTO	1	2	3	4	5
Sensación de mareo					
Corrección con ciclopléjico					
Corrección sin ciclopléjico					
Cefalea					
Corrección con ciclopléjico					
Corrección sin ciclopléjico					
Sensación de profundidad (Sensación de huecos en el piso)					
Corrección con ciclopléjico					
Corrección sin ciclopléjico					
Habilidad para caminar con total normalidad					
Corrección con ciclopléjico					
Corrección sin ciclopléjico					
Sensación de confort					
Corrección con ciclopléjico					
Corrección sin ciclopléjico					
Sensación de borrosidad					
Corrección con ciclopléjico					
Corrección sin ciclopléjico					
Nivel/Tiempo de tolerancia					
Corrección con ciclopléjico					
Corrección sin ciclopléjico					
Sensación de mejora visual					
Corrección con ciclopléjico					
Corrección sin ciclopléjico					

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

Actividades	Julio				Agosto				Septiem bre				Octubre				Noviem bre				Diciemb re				Enero				Febrero			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Propuesta del tema.</b>	■	■	■																													
<b>Planteamiento del problema</b>				■	■	■	■	■																								
<b>Objetivos y Justificación</b>									■	■	■	■	■																			
<b>Búsqueda de Antecedentes y marco teórico</b>													■	■	■																	
<b>Diseño metodológico</b>																	■	■	■	■												
<b>Obtención de los resultados</b>																					■	■										
<b>Tabulación de datos</b>																							■	■	■	■	■	■				
<b>Presentación de informe final</b>																													■	■	■	■

## PRESUPUESTO

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Autorefractómetro	1	Solicitud a Coordinación	-
Portátil			
Cartillas de VL ETDRS	3	Solicitud a Coordinación	-
3 mts			
Cartillas de VC LEA 40	3	Solicitud a Coordinación	-
cm			
Cajas de Pruebas	3	Solicitud a Coordinación	-
Monturas	3	Solicitud a Coordinación	-
Oclusores con agujero	3	Solicitud a Coordinación	-
estenopéico			
Historias clínicas	30	2 Córdoba	60
			Córdoba
Consentimiento	30	1 Córdoba	30
Informado			Córdoba
Ciclopléjico	3	500 Córdoba	1,500
Tropicamida			Córdoba
Total			1590
			Córdoba

## TABLAS

**Tabla N°1.**

*Edad del estudiante*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	16-18	23	76.7	76.7
	19-21	6	20.0	96.7
	22-24	1	3.3	100
	Total	30	100.0	

**Tabla N°2.**

*Sexo del estudiante*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	15	50.0	50.0
	Femenino	15	50.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°3.***Pasatiempo del estudiante*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Lectura	4	13.3	13.3
	Practicar deporte	7	23.3	36.7
	Escuchar música	4	13.3	50.0
	Ver películas/series	6	20.0	70.0
	Uso de dispositivos móviles	9	30.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°4.**

*Prueba de Friedman para AV OD en VL inicial, AV OD alcanzada con el subjetivo SC, AV OD alcanzada con el subjetivo CC.*

N	30
Chi-cuadrado	18.000
gl	2
Sig. asintótica	.000

**Tabla N°5.**

*Prueba de Friedman para AV OI en VL inicial, AV OI alcanzada con el subjetivo SC, AV OI alcanzada con el subjetivo CC.*

N	30
Chi-cuadrado	20.947
gl	2
Sig. asintótica	.000

**Tabla N°6.**

*Prueba de Friedman para AV AO en VL inicial, AV AO alcanzada con el subjetivo SC, AV AO alcanzada con el subjetivo CC.*

N	30
Chi-cuadrado	15.875
gl	2
Sig. asintótica	.000

**Tabla N°7.**

*Prueba de Friedman para AV OD en VC inicial, AV OD alcanzada con el subjetivo SC, AV OD alcanzada con el subjetivo CC.*

N	30
Chi-cuadrado	28.667
gl	2
Sig. asintótica	.000

**Tabla N°8.**

*Prueba de Friedman para AV OI en VC inicial, AV OI alcanzada con el subjetivo SC, AV OI alcanzada con el subjetivo CC.*

N	30
Chi-cuadrado	29.100
gl	2
Sig. asintótica	.000

**Tabla N°9.**

*Prueba de Friedman para AV AO en VC inicial, AV AO alcanzada con el subjetivo SC, AV AO alcanzada con el subjetivo CC.*

N	30
Chi-cuadrado	21.385
gl	2
Sig. asintótica	.000

**Tabla N°10.**

*Tabla resumen del cálculo del margen de error inducido por el componente acomodativo en la retinoscopía con el autorefractómetro.*

	Margen de error	Valores perdidos	Total de la muestra
Esfera	0.60 – 0.63 D	0	30
Cilindro	0.02 D	0	30
Eje	0 grados	16	30

**Tabla N°11.**

*Tabla resume del cálculo del margen de error inducido por el componente acomodativo en miopía e hipermetropía*

	Margen de error miope	Margen de error hipermetrope	Valores perdidos	Total de la muestra
Esfera	0.63 – 0.65 D	0.45 – 0.50 D	0	30
Cilindro	0.01 – 0 D	-0.15 – 0.1 D	0	30
Eje	0 grados	0 grados	28 – 25	30

**Tabla N°12.**

*Porcentaje de la sensación de mareo con la corrección obtenida sin cicloplejia*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	17	56.7	56.7
	Raramente	10	33.3	90.0
	Ocasionalmente	3	10.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°13.**

*Porcentaje de la sensación de mareo con la corrección obtenida bajo cicloplejia*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	25	83.3	83.3
	Raramente	2	6.7	90.0
	Ocasionalmente	3	10.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°14.*****Porcentaje de la cefalea causada con la corrección obtenida sin ciclopejia***

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	15	50.0	50.0
	Raramente	15	50.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°15.*****Porcentaje de la cefalea causada con la corrección obtenida bajo ciclopejia***

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	27	90.0	90.0	90.0
	Raramente	1	3.3	3.3	93.3
	Ocasionalmente	2	6.7	6.7	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

**Tabla N°16.*****Porcentaje de la sensación de profundidad con la corrección obtenida sin ciclopejia***

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	13	43.3	43.3
	Raramente	6	20.0	63.3
	Ocasionalmente	10	33.3	96.7
	Frecuentemente	1	3.3	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°17.*****Porcentaje de la sensación de profundidad con la corrección obtenida bajo ciclopejia.***

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	28	93.3	93.3
	Raramente	2	6.7	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°18.**

*Porcentaje de la habilidad de caminar con normalidad con la corrección obtenida sin ciclopejia.*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	1	3.3	3.3
	Raramente	4	13.3	16.7
	Ocasionalmente	5	16.7	33.3
	Frecuentemente	17	56.7	90.0
	Muy frecuente	3	10.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°19.**

*Porcentaje de la habilidad de caminar con normalidad con la corrección obtenida bajo ciclopejia.*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	1	3.3	3.3
	Raramente	2	6.7	10.0
	Ocasionalmente	2	6.7	16.7
	Frecuentemente	8	26.7	43.3
	Muy frecuente	17	56.7	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°20.**

*Porcentaje de la sensación de confort con la corrección obtenida sin ciclopejia*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Raramente	3	10.0	10.0
	Ocasionalmente	8	26.7	36.7
	Frecuentemente	17	56.7	93.3
	Muy frecuente	2	6.7	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°21.***Porcentaje de la sensación de confort con la corrección obtenida bajo ciclopejia*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Ocasionalmente	2	6.7	6.7
	Frecuentemente	7	23.3	30.0
	Muy frecuente	21	70.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°22.***Porcentaje de la sensación de borrosidad con la corrección obtenida sin ciclopejia.*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	6	20.0	20.0
	Raramente	19	63.3	83.3
	Ocasionalmente	2	6.7	90.0
	Frecuentemente	3	10.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°23.***Porcentaje de la sensación de borrosidad con la corrección obtenida bajo ciclopejia.*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Nunca	26	86.7	86.7
	Raramente	3	10.0	96.7
	Ocasionalmente	1	3.3	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°24.***Porcentaje del nivel/tiempo de tolerancia con la corrección obtenida sin ciclopejia.*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Raramente	4	13.3	13.3
	Ocasionalmente	6	20.0	33.3
	Frecuentemente	19	63.3	96.7
	Muy frecuente	1	3.3	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°25.***Porcentaje del nivel/tiempo de tolerancia con la corrección obtenida bajo cicloplejia.*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Frecuentemente	9	30.0	30.0
	Muy frecuente	21	70.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°26.***Porcentaje de la sensación de mejora visual con la corrección obtenida sin cicloplejia.*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Raramente	7	23.3	23.3
	Ocasionalmente	6	20.0	43.3
	Frecuentemente	16	53.3	96.7
	Muy frecuente	1	3.3	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°27.***Porcentaje de la sensación de mejora visual con la corrección obtenida bajo cicloplejia.*

		Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Ocasionalmente	2	6.7	6.7
	Frecuentemente	7	23.3	30.0
	Muy frecuente	21	70.0	100.0
	Total	30	100.0	

**Tabla N°28.**

***Tabla resumen de los datos de la AV con la prueba no paramétricas de Friedman y Shapiro-Wilk.***

		Friedman	Shapiro-Wilk	Interpretación	Prueba estadística seleccionada
	AV Inicial	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
OD VL	AV Sub SC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Sub CC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Inicial	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
OI VL	AV Sub SC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Sub CC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Inicial	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
AO VL	AV Sub SC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Sub CC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Inicial	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
OD VC	AV Sub SC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Sub CC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Inicial	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
OI VC	AV Sub SC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Sub CC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Inicial	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
AO VC	AV Sub SC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman
	AV Sub CC	0.00	0.00	No hay normalidad de los datos	Friedman

**Tabla N°29.***Tabla resumen de los datos en porcentaje de la AV.*

		Normal	Cercano a lo normal	Visión baja leve
	AV Ini	53.3%	33.3%	13.3%
OD	AV SC	30 %	66.7%	3.3%
VL	AV CC	90%	10%	0%
	AV Ini	60.0%	30.0%	10.0%
OI VL	AV SC	33.3%	66.7%	0%
	AV CC	96.7%	3.3%	0%
	AV Ini	80.0%	20.0%	0%
AO	AV SC	56.7%	43.3%	0%
VL	AV CC	100%	0%	0%
	AV Ini	80%	16.7%	3.3%
OD	AV SC	30%	66.7%	3.3%
VC	AV CC	90%	10%	0%
	AV Ini	80%	20%	0%
OI	AV SC	33.3%	66.7%	0%
VC	AV CC	96.7%	3.3%	0%
	AV Ini	90%	10%	0%
AO	AV SC	56.7%	43.3%	0%
VC	AV CC	100%	0%	0%

**Tabla N°30.**

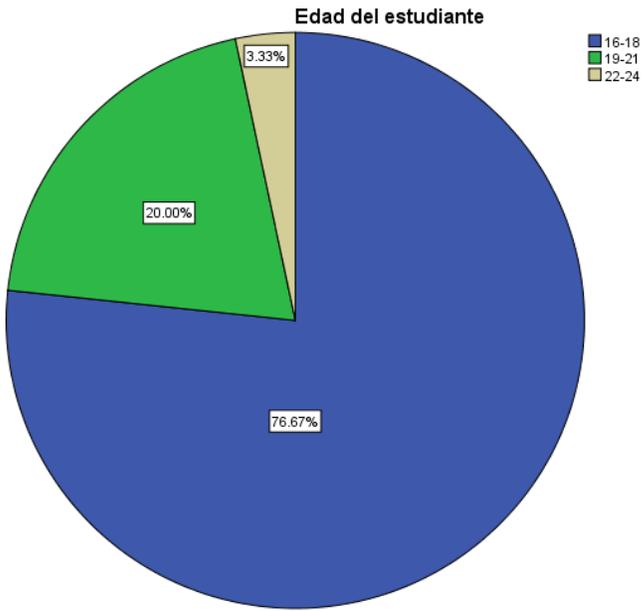
*Tabla resumen de los estadísticos de contraste*

	Sensación de mareo con la corrección obtenida bajo ciclopejia - Sensación de mareo con la corrección obtenida sin ciclopejia.	Cefalea causada con la corrección obtenida bajo ciclopejia - Cefalea causada con la corrección obtenida bajo ciclopejia.	Sensación de profundidad con la corrección obtenida bajo ciclopejia - Sensación de profundidad con la corrección obtenida sin ciclopejia.	Habilidad de caminar con normalidad con la corrección obtenida bajo ciclopejia - Habilidad de caminar con normalidad con la corrección obtenida sin ciclopejia.	Sensación de confort con la corrección obtenida bajo ciclopejia - Sensación de confort con la corrección obtenida sin ciclopejia.	Sensación de borrosidad con la corrección obtenida bajo ciclopejia - Sensación de borrosidad con la corrección obtenida sin ciclopejia.	Nivel/Tiempo de tolerancia con la corrección obtenida bajo ciclopejia - Nivel/Tiempo de tolerancia con la corrección obtenida sin ciclopejia.	Sensación de mejora visual con la corrección obtenida bajo ciclopejia - Sensación de mejora visual con la corrección obtenida sin ciclopejia.
Z								
Sig. asintót. (bilateral)	-1.890b .059	-2.500b .012	-3.710b .000	-3.426c .001	-4.204c .000	-4.179b .000	-4.685c .000	-4.842c .000
Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. a Basado en los rangos negativos. b Basado en los rangos positivos. c								

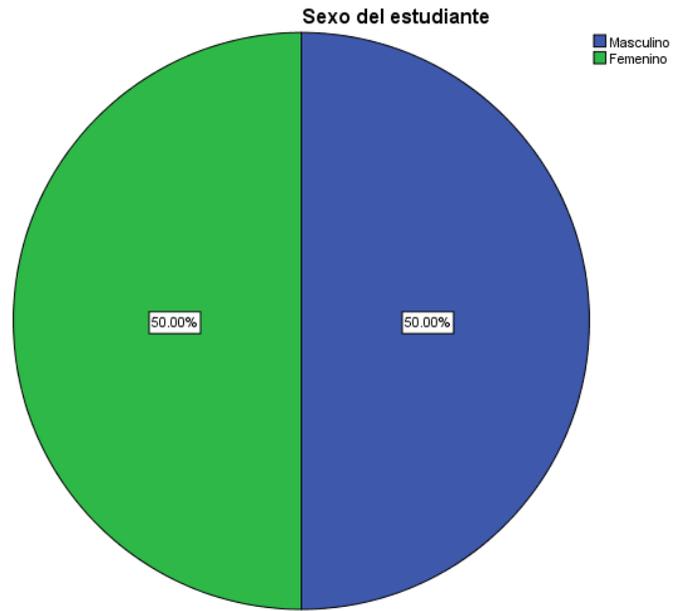
**Tabla N°31.*****Tabla resumen de los datos en porcentaje del nivel de satisfacción***

	Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frecuentemente	Muy Frecuente
Sensación de mareo con la corrección obtenida bajo cicloplejia	83.3%	6.7%	10%	0%	0%
Sensación de mareo con la corrección obtenida sin cicloplejia	56.7%	33.3%	10%	0%	0%
Cefalea causada con la corrección obtenida bajo cicloplejia	90%	3.3%	6.7%	0%	0%
Cefalea causada con la corrección obtenida sin cicloplejia	50%	50%	0%	0%	0%
Sensación de profundidad con la corrección obtenida bajo cicloplejia	93.3%	6.7%	0%	0%	0%
Sensación de profundidad con la corrección obtenida sin cicloplejia	43.3%	20%	33.3%	3.3%	0%
Habilidad de caminar con normalidad con la corrección obtenida bajo cicloplejia	3.3%	6.7%	6.7%	26.7%	56.7%
Habilidad de caminar con normalidad con la corrección obtenida sin cicloplejia	3.3%	13.3%	16.7%	56.7%	10%
Sensación de confort con la corrección obtenida bajo cicloplejia	6.7%	23.3%	70%	0%	0%
Sensación de confort con la corrección obtenida sin cicloplejia	10%	26.7%	56.7%	6.7%	0%
Sensación de borrosidad con la corrección obtenida bajo cicloplejia	86.7%	10%	3.3%	0%	0%
Sensación de borrosidad con la corrección obtenida sin cicloplejia	20%	63.3%	6.7%	10%	0%
Nivel/Tiempo de tolerancia con la corrección obtenida bajo cicloplejia	30%	70%	0%	0%	0%
Nivel/Tiempo de tolerancia con la corrección obtenida sin cicloplejia	13.3%	20%	63.3%	3.3%	0%
Sensación de mejora visual con la corrección obtenida bajo cicloplejia	6.7%	23.3%	70%	0%	0%
Sensación de mejora visual con la corrección obtenida sin cicloplejia	23.3%	20%	53.3%	3.3%	0%

## GRÁFICOS



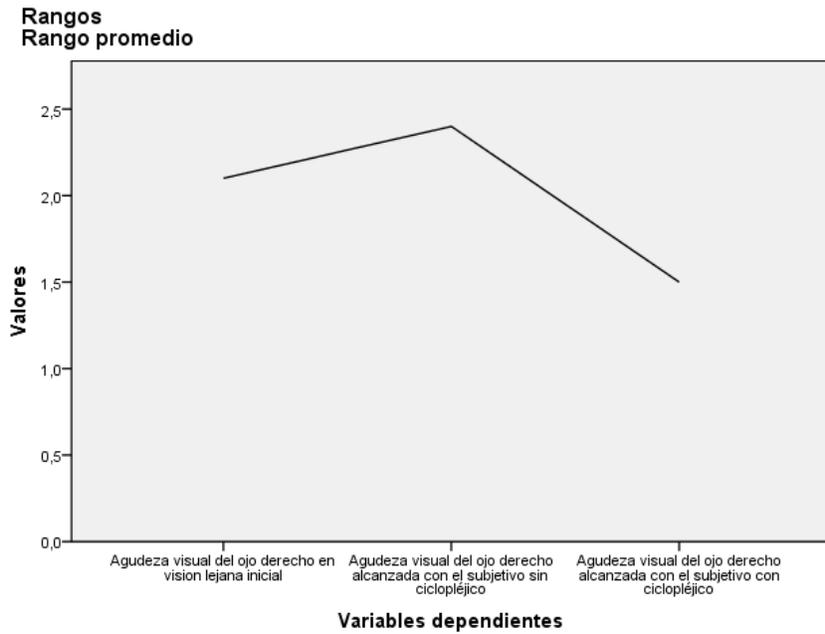
**Grafico N°1.**



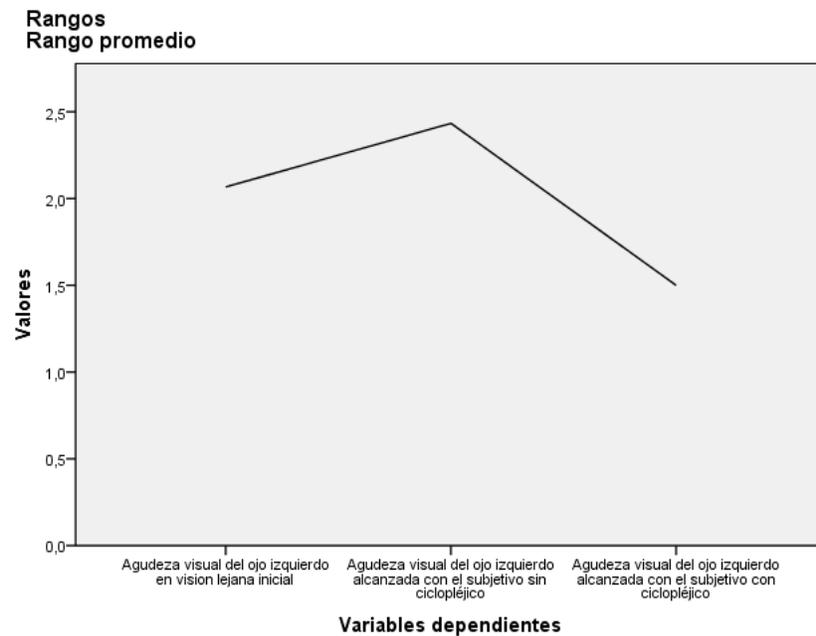
**Grafico N°2.**



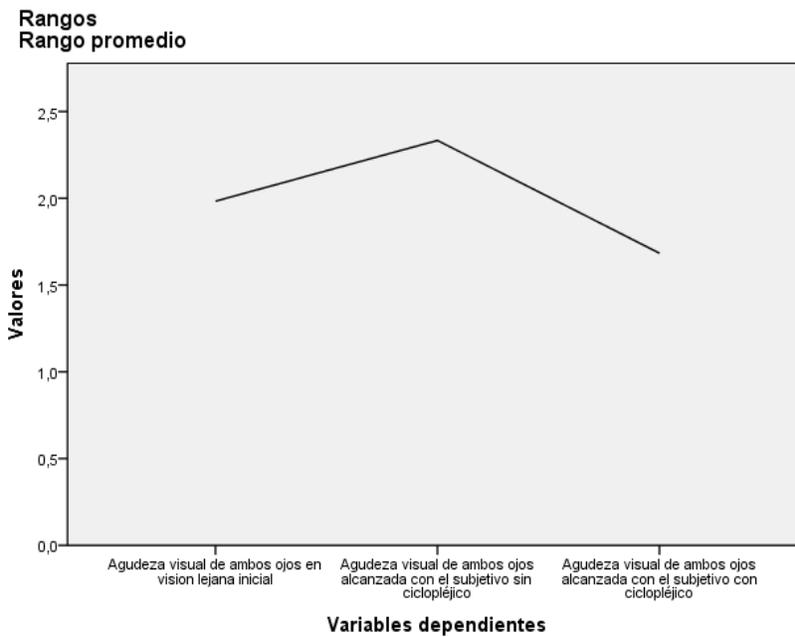
**Grafico N°3.**



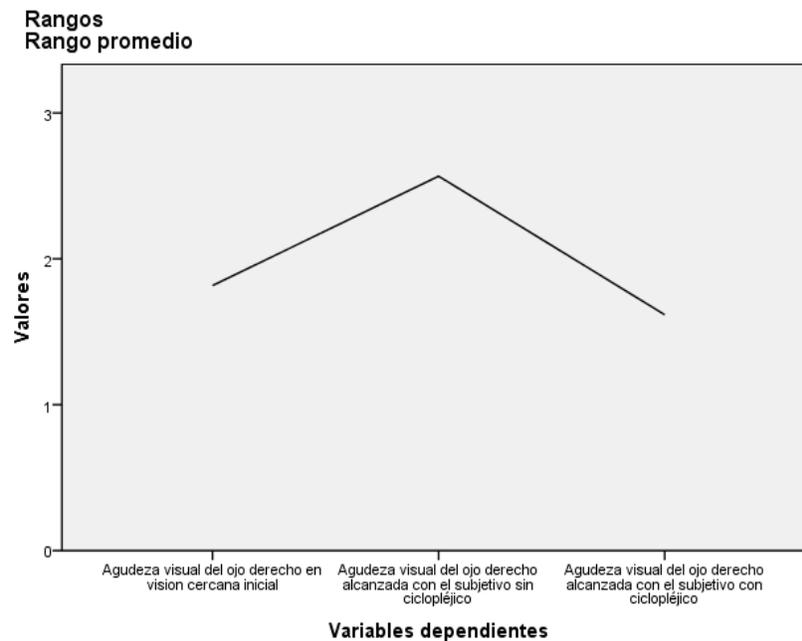
**Grafico N°4. Grafico lineal comparativo de AV OD en VL inicial, AV OD alcanzada con el subjetivo SC y AV OD alcanzada con el subjetivo CC.**



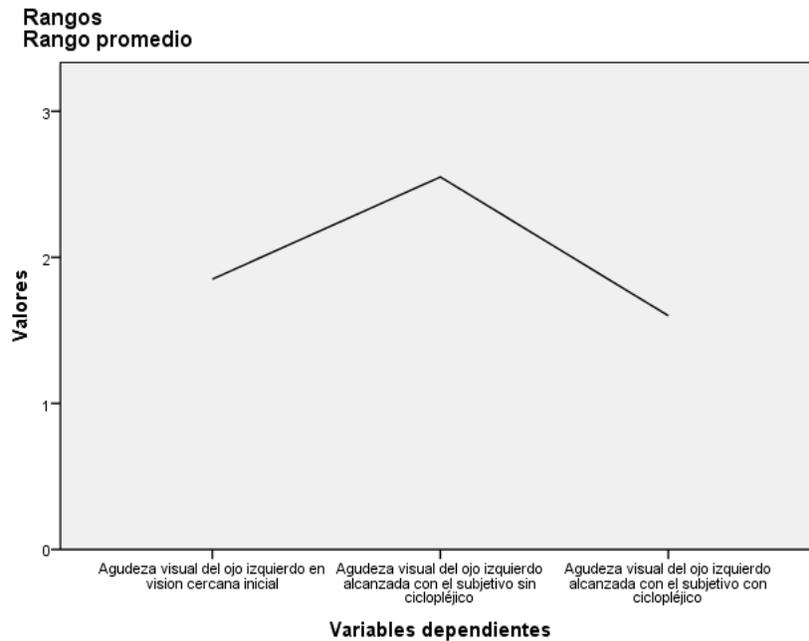
**Grafico N°5. Grafico lineal comparativo de AV OI en VL inicial, AV OI alcanzada con el subjetivo SC y AV OI alcanzada con el subjetivo CC.**



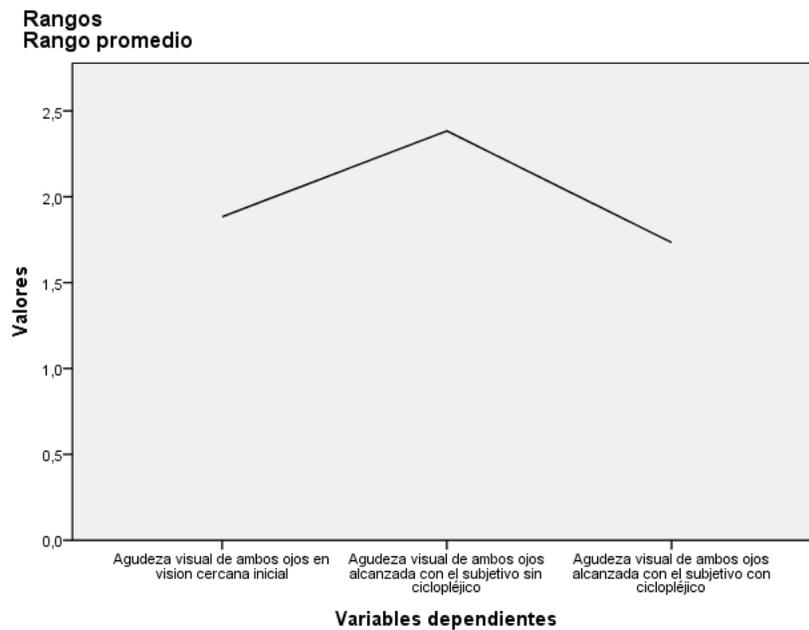
**Grafico N°6. Grafico lineal comparativo de AVAO en VL inicial, AVAO alcanzada con el subjetivo SC y AVAO alcanzada con el subjetivo CC.**



**Grafico N°7. Grafico lineal comparativo de AVOD en VC inicial, AVOD alcanzada con el subjetivo SC y AVOD alcanzada con el subjetivo CC.**



**Grafico N°8. Grafico lineal comparativo de AV OI en VC inicial, AV OI alcanzada con el subjetivo SC y AV OI alcanzada con el subjetivo CC.**



**Grafico N°9. Grafico lineal comparativo de AVAO en VC inicial, AVAO alcanzada con el subjetivo SC y AVAO alcanzada con el subjetivo CC.**

Retinoscopia con autorrefractometro del ojo derecho sin cicloplejico

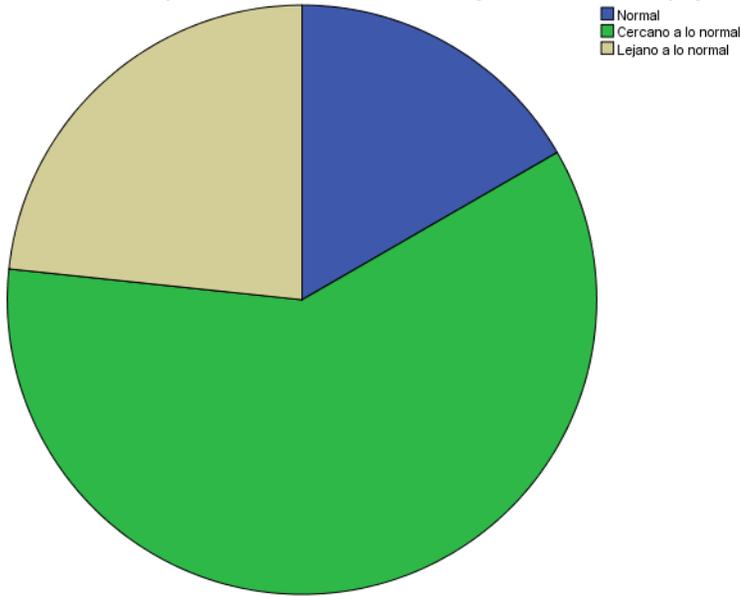


Grafico N°10

Retinoscopia con autorrefractometro del ojo derecho con cicloplejico

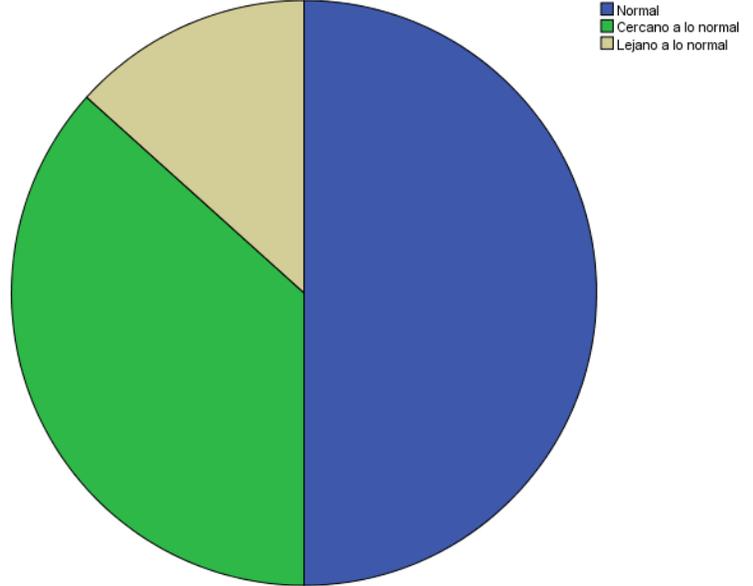


Grafico N°11

Retinoscopia con autorrefractometro del ojo izquierdo sin cicloplejico

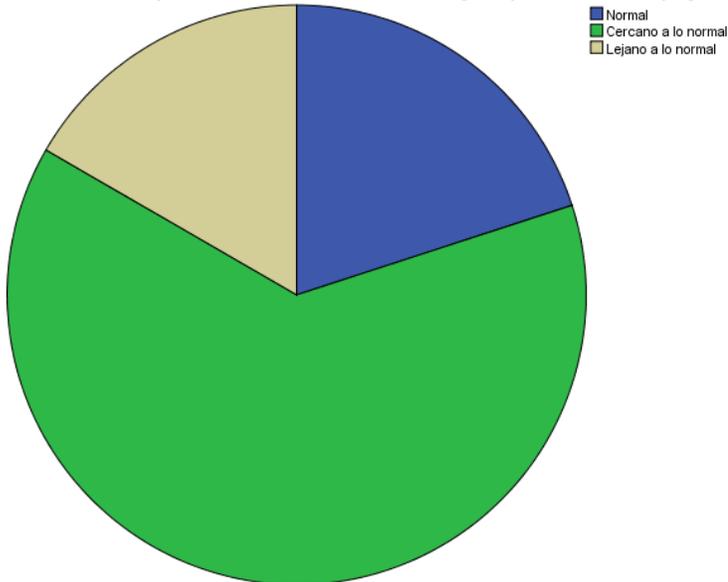


Grafico N°12

Retinoscopia con autorrefractometro del ojo izquierdo con cicloplejico

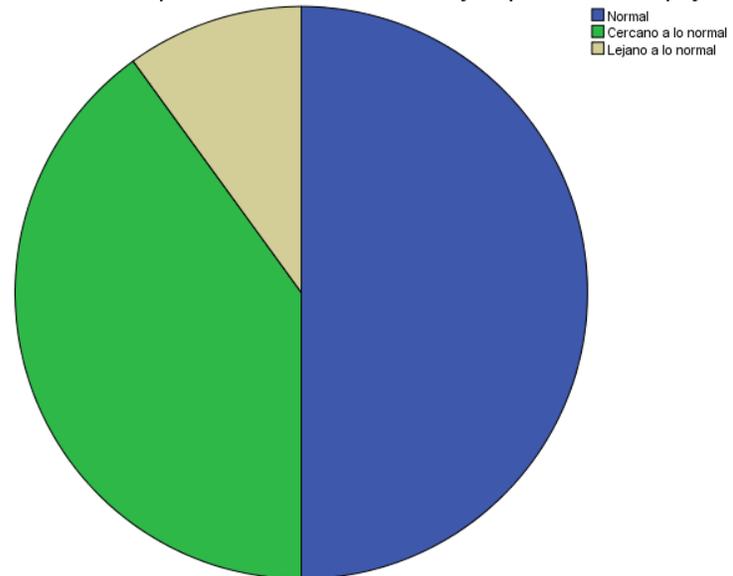
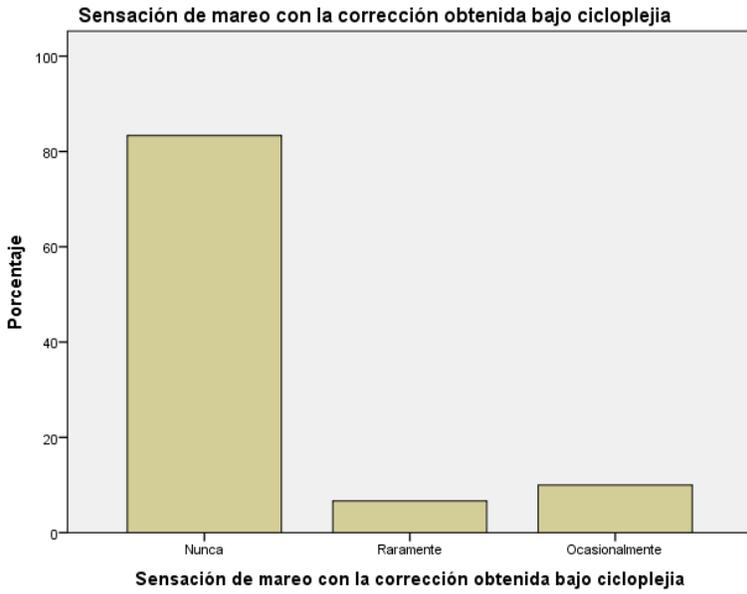
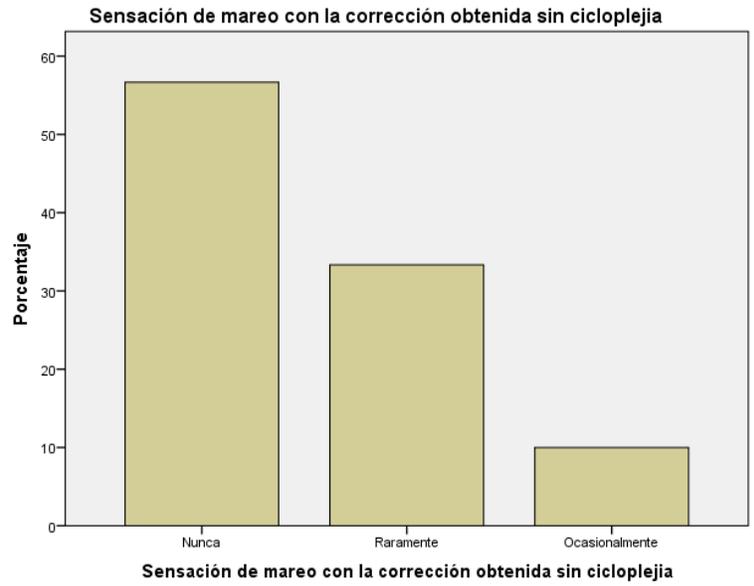


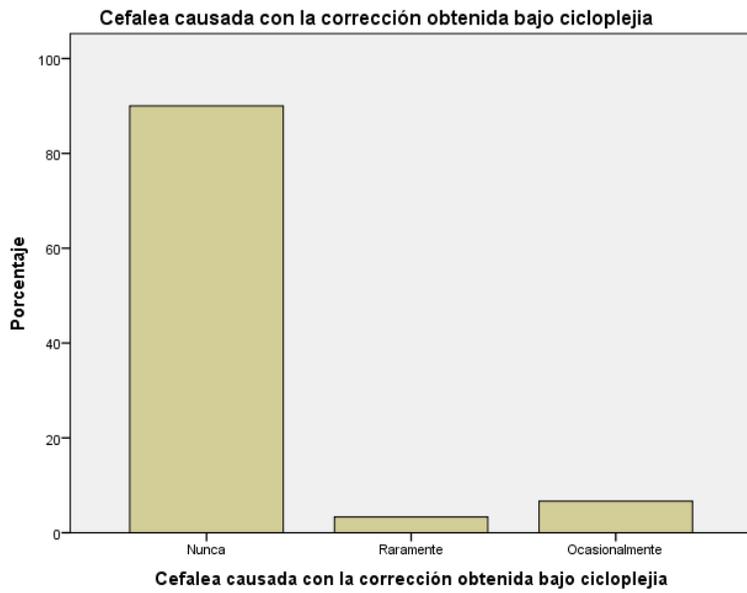
Grafico N°13



**Grafico N°14**



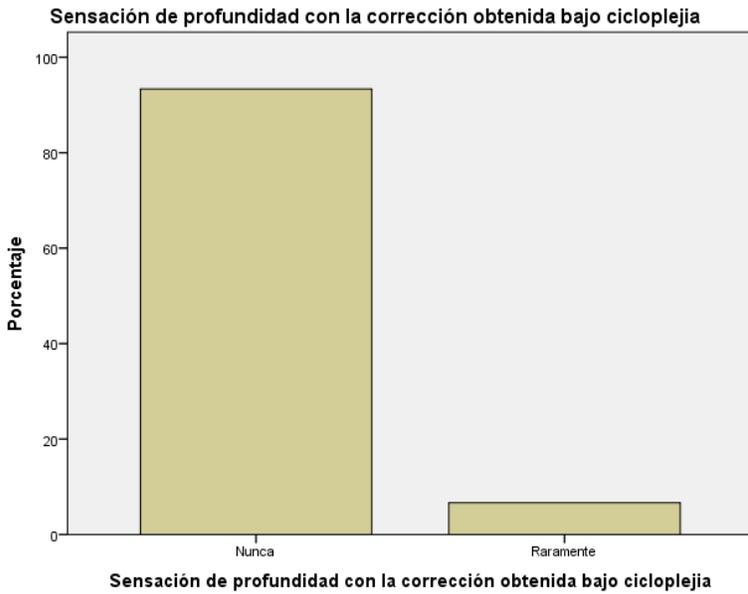
**Grafico N°15**



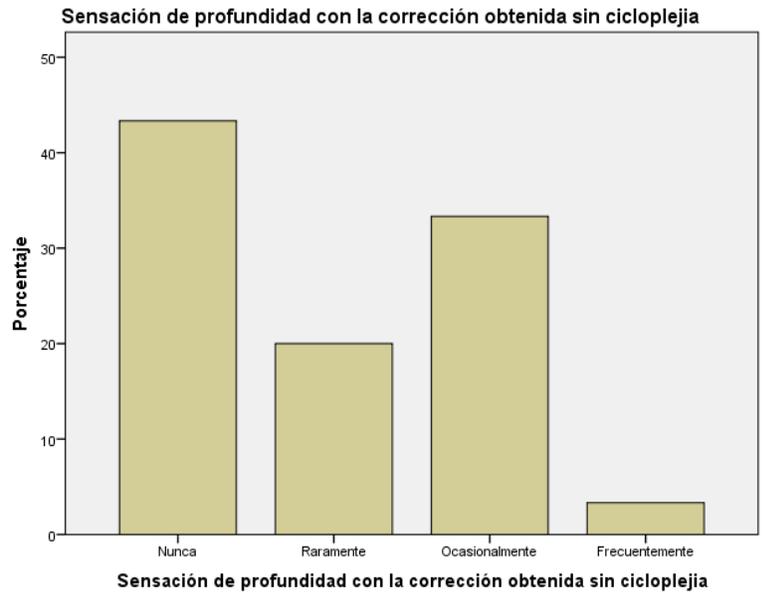
**Grafico N°16**



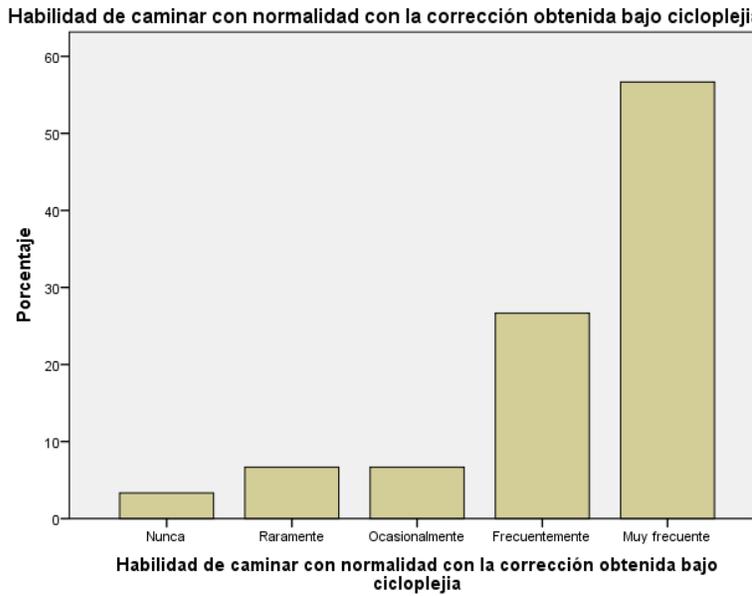
**Grafico N°17**



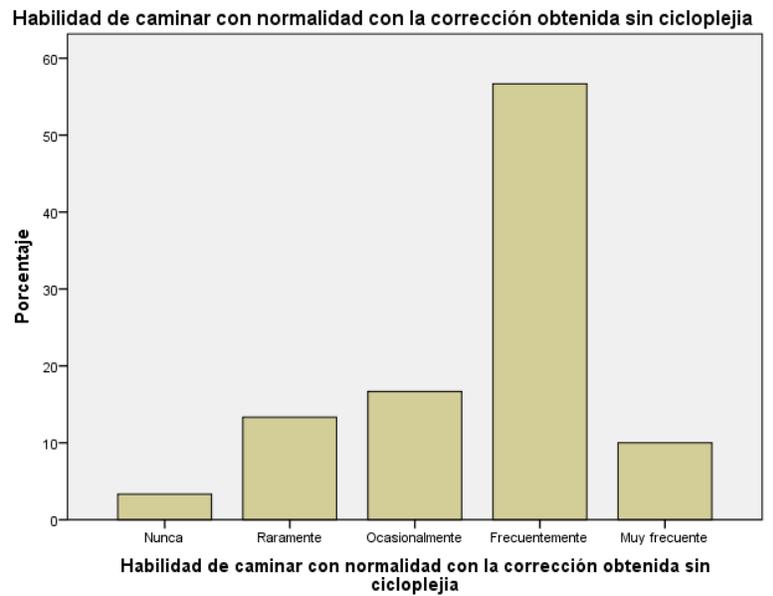
**Grafico N°18**



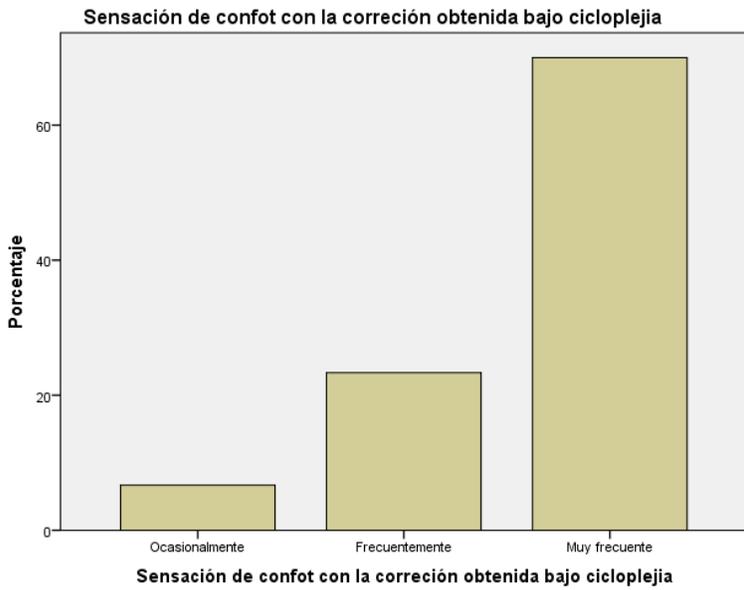
**Grafico N°19**



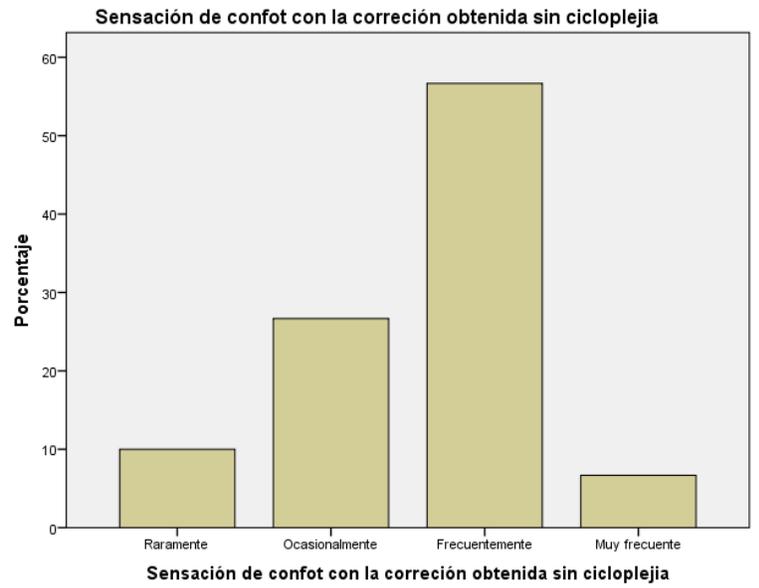
**Grafico N°20**



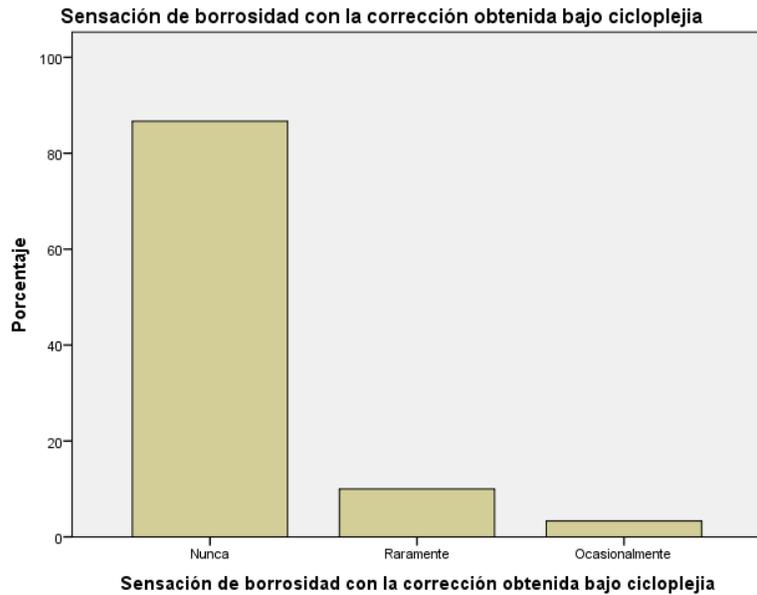
**Grafico N°21**



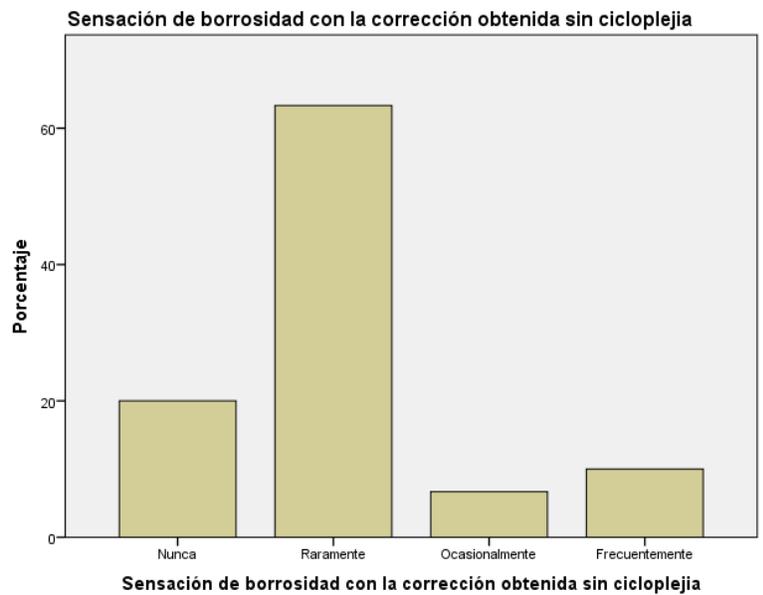
**Grafico N°22**



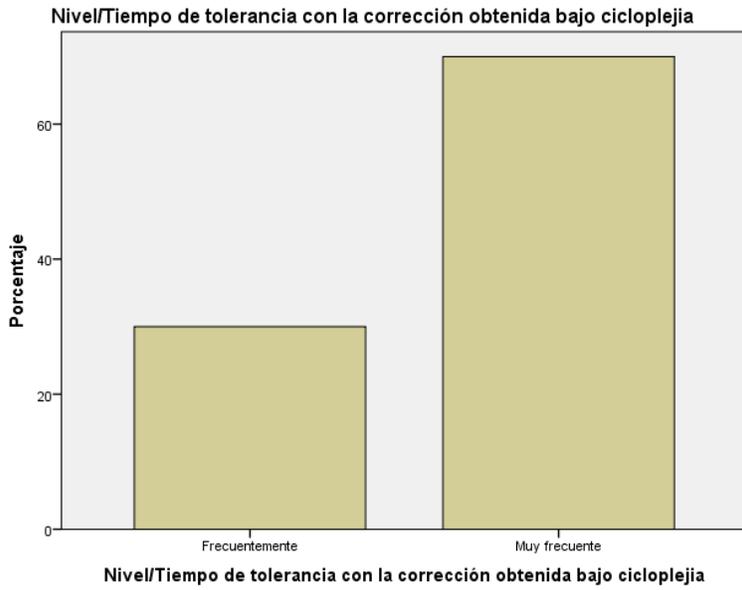
**Grafico N°23**



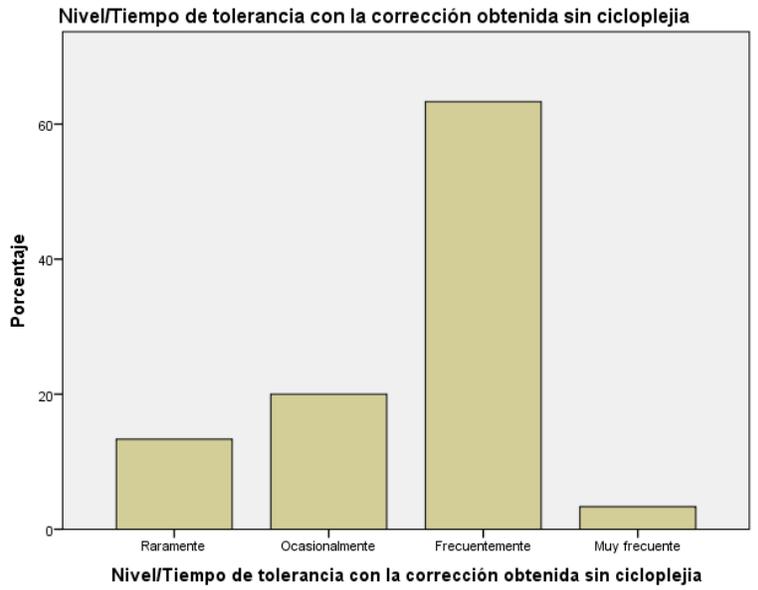
**Grafico N°24**



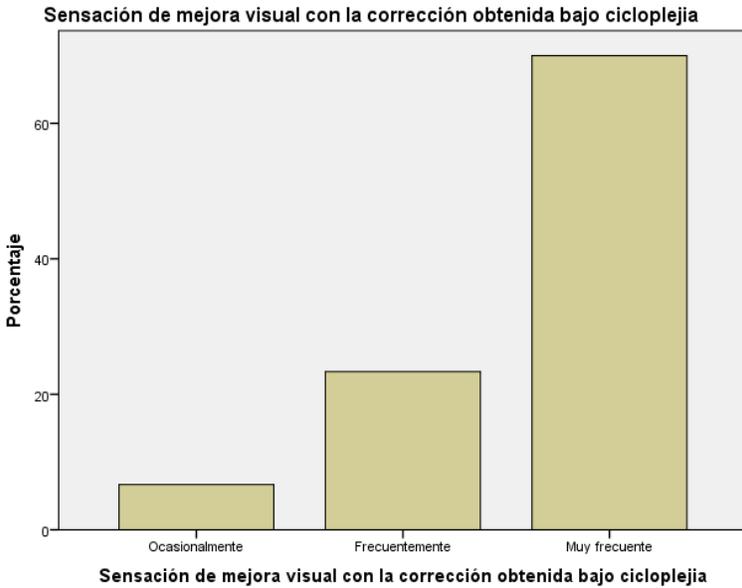
**Grafico N°25**



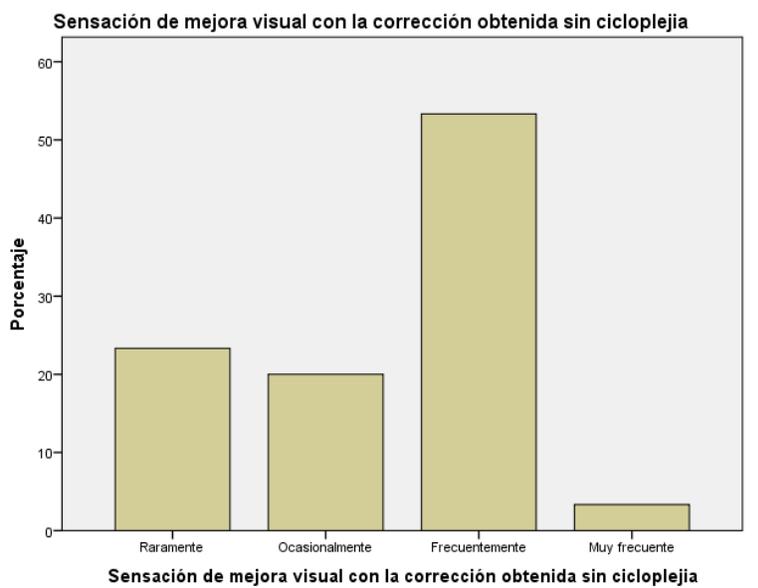
**Grafico N°26**



**Grafico N°27**



**Grafico N°28**



**Grafico N°29**

## FOTOS DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS



