



Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Facultad de Ciencias

Tecnología Médica con Mención en Oftalmología y Contactología

**“COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES PREOPERATORIAS EN CIRUGÍA  
DE CATARATAS ENTRE EL BIÓMETRO GALILEI G6 Y EL BIÓMETRO  
*GOLD STANDARD IOL MASTER 500*”**

Trabajo de Título Para Optar al Grado de Licenciadas en Tecnología Médica con  
Mención en Oftalmología y Contactología

MARÍA JESÚS OPAZO SALDIVIA - INÉS SEPÚLVEDA MARTÍNEZ

HELEN GUTIERREZ MONTOYA

MANUEL LEÓN HERRERA

AGOSTO 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Por su permanente colaboración y apoyo, agradecemos a nuestra tutora de investigación señora Helen Gutiérrez Montoya, quien siempre estuvo presente para asesorarnos y guiarnos durante el complejo proceso de la realización del proyecto.

Debemos reconocer la potente contribución del médico Oftalmólogo, Señor Alex León Herrera, siempre dispuesto a resolver inquietudes y a brindarnos su respaldo.

Se nos hace necesario destacar la importante labor de nuestros asesores estadísticos, Señor Ricardo Pefaur y Señorita Natali Zamora, quienes nos orientaron en forma continua, siempre dispuestos a entregarnos su tiempo e instruirnos en todo lo que les solicitábamos.

Agradecemos a nuestro tutor metodológico, Señor Arturo Levican por su preocupación y dedicación constante, a lo largo de todo el periodo de realización del trabajo de título, siempre atento a nuestras dudas y dificultades.

## **DEDICATORIA**

Dirigimos esta tesis con especial afecto a nuestras familias, agradeciendo todo su apoyo y entrega en nuestra completa formación, tanto académica como personal, teniendo en cuenta que sin su amparo permanente nada de esto se podría llevar a cabo.

Toda nuestra gratitud hacia ustedes, destacando su inagotable preocupación y compañía a lo largo de este difícil proceso, siempre motivándonos a seguir y entregándonos el consejo preciso para no decaer.

# ÍNDICE

	Pág.
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.</b>	6
<b>1. RESUMEN.</b>	7
<b>1.1. Palabras Claves</b>	7
<b>2. INTRODUCCIÓN.</b>	8
<b>3. CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO.</b>	11
<b>3.1. Anatomía y Fisiología del ojo.</b>	12
<b>3.1.2. Metabolismo del cristalino.</b>	15
<b>3.1.3. Cirugía de catarata.</b>	17
<b>3.1.4. Lentes intraoculares.</b>	18
<b>3.1.5. Análisis prequirúrgico por biometría óptica.</b>	19
<b>3.1.6. Problema de investigación.</b>	25
<b>3.1.7. Pregunta de investigación.</b>	26
<b>4. CAPITULO 2: HIPÓTESIS.</b>	27
<b>4.2. Hipótesis.</b>	28
<b>5. CAPITULO 3: OBJETIVOS.</b>	29
<b>5.3.1. Objetivo General.</b>	30
<b>5.3.2. Objetivos Específicos.</b>	30

<b>6. CAPITULO 4: MATERIALES Y MÉTODOS.</b>	31
<b>6.4.1. Materiales y métodos.</b>	32
<b>6.4.2. Criterios de inclusión y exclusión.</b>	32
<b>6.4.3. Método estadístico.</b>	36
<b>6.4.4. Variables del estudio.</b>	36
<b>7. CAPITULO 5: RESULTADOS.</b>	37
<b>7.5. Resultados.</b>	38
<b>8. CAPITULO 6: DISCUSIÓN.</b>	42
<b>8.6. Discusión.</b>	43
<b>9. CAPITULO 7: CONCLUSIÓN.</b>	45
<b>9.7.1. Conclusión General.</b>	46
<b>9.7.2. Conclusiones específicas.</b>	46
<b>10. BIBLIOGRAFÍA.</b>	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Capas de la Retina. ....	13
Figura 2: Anatomía ocular. ....	14
Figura 3: Representación del cristalino opacificado. ....	17
Figura 4: Representación de la medición de variables mediante PCI. ....	19
Figura 5: Definición de parámetros biométricos.....	21
Figura 6: Imágenes de alineación, discos de Plácido y cámaras Scheimpflug .....22	
Figura 7: Principio de alineación Scheimpflug.....	23

## 1. RESUMEN

Las Cataratas implican una pérdida de visión, debido a la opacificación del cristalino, lo que se puede remediar quirúrgicamente extrayendo este. Para ello se requiere el análisis de mediciones como lo son el largo axial (LA), promedio de curvatura corneal (SIM K) y profundidad de cámara anterior (ACD) previos a la cirugía, y actualmente se determinan por diferentes equipos de última generación como el biómetro IOL MASTER 500 y el equipo GALILEI G6. El objetivo de este estudio es determinar si existen diferencias entre las mediciones preoperatorias de los equipos mencionados anteriormente. Los resultados de este análisis mostraron que no hay diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ambos equipos, lo que demuestra la similitud entre los resultados obtenidos, por ende, el uso de cualquiera de los dos biómetros ópticos es útil, en cuanto a la realización de mediciones de las variables descritas, previas a cirugía de cataratas. Además, el equipo GALILEI G6 entrega información adicional sobre análisis topográfico de la córnea. Cabe destacar, que este último equipo (GALILEI G6) salió recientemente al mercado, y por este motivo, no existen muchos estudios comparándolos con el *gold estándar* IOL MASTER 500. En nuestra investigación se evaluaron los valores de SIM K, ACD y LA (incluyendo edad y sexo) en 106 ojos de pacientes evaluados en el centro “Marina Médica”, Viña del Mar, Chile.

### 1.1. Palabras Claves:

Profundidad de cámara anterior, Biómetro, Topógrafo.

## 2. INTRODUCCIÓN

El ojo humano es una organización altamente compleja, ya que requiere sinergia absoluta entre sus estructuras, para cumplir sus funciones de forma adecuada, por lo que una falla en alguno de sus eslabones genera alteraciones en todo ámbito.

La visión es un sentido que proporciona seguridad y autonomía a la persona, por consiguiente, una variación de ella puede afectar directamente su estabilidad individual. Sabiendo esto, podemos enfocarnos en un cambio estructural y fisiológico propio del sistema óptico del hombre, como lo son las cataratas. Esta afección compromete a uno de los componentes importantes en la visión, ya que lo que sucede en esta patología es que el cristalino se nubla u opacifica impidiendo el paso correcto de la luz, lo que imposibilita la formación de una imagen en retina, por lo que la visión se ve mermada u obstaculizada en forma parcial o total.

La cirugía de cataratas se encuentra dentro de los procedimientos quirúrgicos más realizados en la actualidad, debido a que esta afección fisiológica interfiere notoriamente con la calidad de vida de las personas, por lo tanto, este tratamiento busca darle solución al trastorno, mediante la sustitución del cristalino por un lente intraocular que lo reemplaza y suple tanto en lo funcional como estructural.

Para poder realizar esta intervención es necesario ejecutar un estudio previo del paciente, en el cual se evidencia el análisis y medición de ciertas zonas y/o estructuras oculares como, el largo axial del ojo, lo que se relaciona con la medición en milímetros desde la parte anterior del globo ocular hasta la fracción posterior del mismo, además del

cálculo de la profundidad de cámara anterior, lo que concierne a la dimensión del área comprendida desde la cara posterior de la córnea hasta el límite con el cristalino, también entregado en milímetros, por otra parte, es imprescindible el análisis queratométrico, lo que se refiere al estudio de las medidas de la curvatura corneal, relacionada a los meridianos principales de esta estructura, valores que pueden ser evidenciados tanto en milímetros como en dioptrías.

Este análisis prequirúrgico puede realizarse mediante distintos equipos, lo que motiva nuestra investigación, ya que el objetivo de esta tesis de pregrado es comparar la similitud de las mediciones preoperatorias para la cirugía de cataratas, entregadas por el biómetro y topógrafo Galilei G6 con las proporcionadas por el biómetro *gold standard* IOL MASTER 500.

Esta indagación se trata de un estudio observacional, retrospectivo y transversal en una población de 106 ojos de pacientes, sometidos a cirugía de cataratas por el oftalmólogo Manuel Alex León Herrera, en el centro de salud “Marina Médica” cuyas mediciones preoperatorias se nos entrega en formato de documento Excel por parte del doctor. La identidad de los participantes es reemplazada por medio de código numérico, mostrando las mediciones de largo axial, profundidad de cámara anterior y valores queratométricos de ambos ojos, proporcionados por los dos dispositivos, además de datos demográficos como sexo y edad.

En vista de los resultados obtenidos se muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en la exploración de los valores biométricos de LA, SIM K y ACD para la cirugía de cataratas, entregados por el equipo GALILEI G6 con relación a los que proporcionó el biómetro *gold standard* IOL MASTER 500, se logra establecer como base la semejanza de los datos suministrados.

Cabe destacar que la alta concomitancia de los resultados obtenidos se puede deber a que cada medición se realizó de forma adecuada por el profesional a cargo de la toma de exámenes, quién está capacitado tanto para la óptima manipulación de ambos equipos como para efectuar la precisa calibración previa a la realización de la exploración.

Debido a la resolución de ésta investigación, se puede asegurar que la hipótesis expuesta “Existen diferencias entre las mediciones preoperatorias de la cirugía de cataratas, con relación al largo axial (LA), profundidad de cámara anterior (ACD) y queratometrías (SIM K) otorgadas por el equipo óptico Galilei G6 y el biómetro *gold standard* IOL MASTER 500, evaluadas en los mismos pacientes” no se acepta, debido a la similitud de los resultados biométricos obtenidos con ambos equipos mencionados en el estudio.

Es trascendental enunciar que el sondeo realizado es uno de los primeros en que se analiza la semejanza de resultados con relación a las mediciones de las variables biométricas de SIM K, LA y ACD, entre los equipos IOL MASTER 500 y GALILEI G6, no obstante, existen otros estudios de comparación similares a este, pero que contrastan otros biómetros presentes en la oferta del mercado.

Por todo lo exhibido anteriormente podemos sugerir el uso del biómetro y topógrafo GALILEI G6, ya que además de proporcionar datos biométricos homólogos a los revelados por el biómetro IOL MASTER 500, evidencia información topográfica sobre el sistema visual del paciente haciendo que este equipo tenga una trascendencia adicional para el área refractiva de la oftalmología.

### **3. CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO**

# 1 MARCO TEÓRICO

## 3.1. Anatomía y Fisiología del ojo:

Riordan-Eva *et al.*, (2012) plantean, que el cuerpo humano está conformado por una serie de órganos, de los cuales, uno de los más importantes es el globo ocular, el que se compone de variadas estructuras como: esclera, córnea, cristalino y retina, entre otras. Estas se ubican dentro del ojo en posiciones y zonas diferentes. Una de las estructuras que se localiza en el área más anterior, de las ya mencionadas, es la córnea, cuya fisiología le otorga una de sus características principales, su transparencia; por lo cual, en ella no existe presencia de vasos sanguíneos, es decir, es un órgano avascular.

La zona media del ojo, a diferencia de la zona anterior o capa externa, está cubierta de vascularización y, se compone de dos estructuras llamadas iris y coroides. El iris es una membrana circular y pigmentada, el cual separa la cámara anterior del ojo de la posterior. Es importante destacar que en su centro se ubica la pupila, que corresponde a una abertura puntual de tamaño variable. Estas estructuras funcionan en conjunto para permitir el paso de la luz hacia la retina. (Sepúlveda e Ibáñez, 2017).

Bobrow (2008) comenta que la esclera es una estructura característicamente blanca y resistente, esta última cualidad le otorga una de sus principales funciones, que es mantener la forma del globo ocular, además se encuentra recubierta por la conjuntiva, una membrana mucosa que también reviste la parte posterior de los párpados.

Riordan-Eva *et al.*, (2012) afirman que existe una capa llamada Neural, cuya ubicación se da en la parte más interna del globo ocular. Su principal importancia es que incluye una importante componente llamada Retina. Esta estructura está altamente irrigada y tiene mucha sensibilidad a la luz. Su principal característica se debe a que posee conexión directa con el cerebro, por medio del nervio óptico. Morfológicamente la retina se compone de once capas (Figura uno) nombradas de externo a interno de la siguiente manera: Epitelio Pigmentario Retinal, Capa de Conos y Bastones, Membrana Limitante Externa, Capa Nuclear Externa, Capa Plexiforme Externa, Capa Nuclear Interna, Capa Plexiforme Interna, Capa de Células Ganglionares, Capa de Fibras Nerviosas y Membrana Limitante Interna.

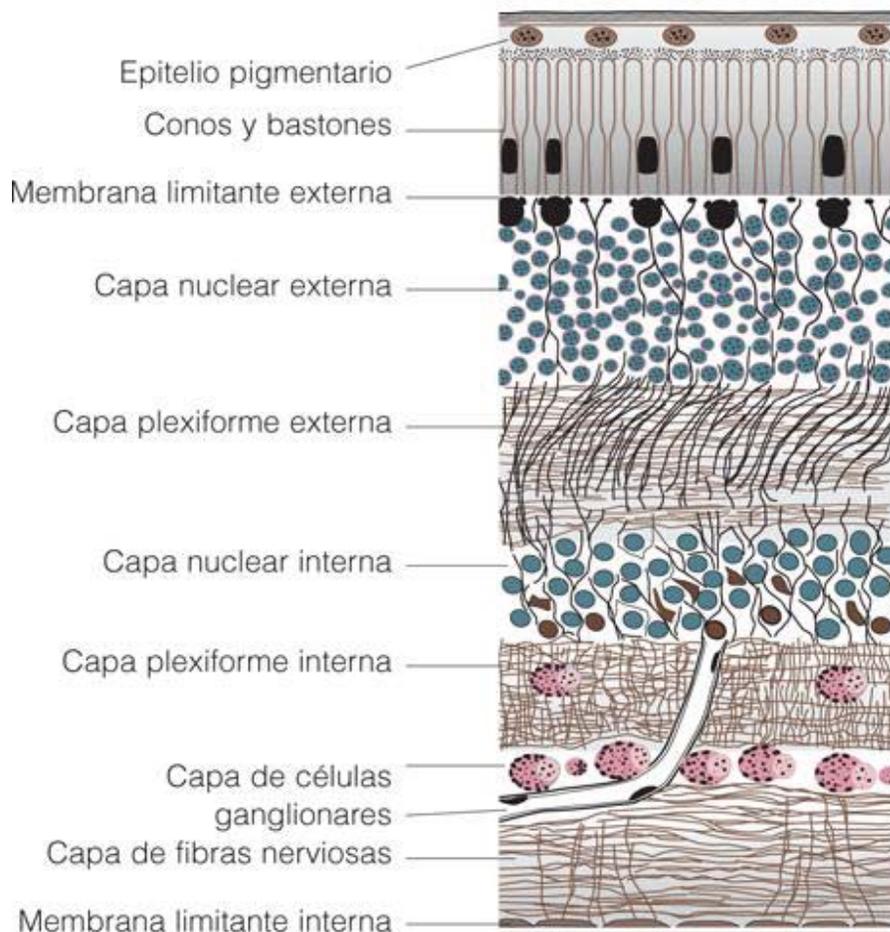
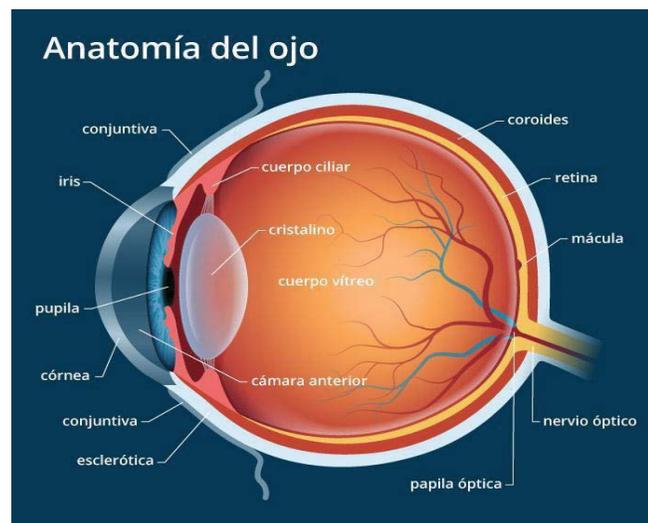


Figura 1: Capas de la Retina. Fuente: Riordan - Eva *et al.* (2012).

Otro elemento importante dentro del globo ocular es el Cristalino, emplazado en el segmento anterior del ojo, este tiene como particularidad, forma de lente biconvexa y naturaleza avascular, característica que le otorga completa transparencia, siendo particularmente vital para la formación de la imagen en retina, ya que la luz debe pasar a través de este lente y otros medios oculares para ser enfocada puntualmente en fovea (Alezzandrini, 2003).

Kanski (1994) menciona que el cristalino trabaja estrechamente con la colaboración de unos músculos llamados ciliares proyectados desde una estructura denominada Cuerpo Ciliar (Figura dos). Estos a su vez, están conectados por medio de los ligamentos suspensorios. Cuando estos músculos se relajan, la tensión ejercida por los ligamentos suspensorios tiende a aplanar el cristalino, en cambio cuando los músculos ciliares realizan la función de contraerse, la tensión en estos ligamentos disminuye, permitiendo que la lente asuma una forma más esférica, dada sus propiedades elásticas. Este importante mecanismo es conocido como el “proceso de acomodación”.



*Figura 2: Anatomía ocular. Fuente: Bagi (2018).*

Existe un sistema encargado de la activación de los músculos Ciliares llamado Sistema Nervioso Parasimpático, esta acción activadora se produce por medio de una conexión hacia el cerebro otorgada por el Nervio Oculomotor correspondiente al tercer par craneal. Este mecanismo es un mediador activo del proceso de acomodación del cristalino (mencionado en párrafos anteriores) lo cual al complementarse con su avascularidad o carencia de vasos sanguíneos permite el correcto enfoque de las imágenes en retina (Palomar *et al.*, 2008).

Lang (2006) sugiere que el método de nutrición de las estructuras avasculares del ojo es mediado por un proceso de difusión simple proporcionado por un líquido llamado humor acuoso. Este fluido se segrega de forma activa por unas pequeñas estructuras llamadas procesos ciliares, ubicadas en el ángulo iridocorneal o también nombrado camerular en la parte anterior del ojo. Este líquido, además, circula alrededor del iris, por fuera de pupila y dentro de la cámara anterior del globo ocular.

En la etapa de envejecimiento existen cambios en los procesos metabólicos bioquímicos del organismo, lo que produce ciertos grados de disminución en la funcionalidad de las estructuras que componen al ser humano, sin embargo, existen algunas como el cristalino, en la cual, no existe información actualizada específica de estos cambios metabólicos, por este motivo no ha sido posible hasta ahora influir farmacológicamente en el desarrollo de cataratas (opacificación del cristalino) siendo relevante debido a la frecuencia de esta patología en la vejez (Landínez *et al.*, 2012).

### **3.1.2. Metabolismo del cristalino:**

Snell y Lemp (2013) refieren que el metabolismo y crecimiento de las células del cristalino están autorregulados. La actividad metabólica es esencial para la conservación

de la integridad, transparencia y función óptica de este mismo. Esta estructura descrita se subdivide en porciones, la más externa es el epitelio, cuya función es intervenir en el mantenimiento del equilibrio iónico y en el transporte de nutrientes, minerales y agua hacia el interior del cristalino, este es conocido como sistema de bomba y filtración (*Pump- leak*), que permite la transferencia activa de sodio, potasio, calcio y aminoácidos, desde el humor acuoso hacia el cristalino, actuando estrechamente con el balance hídrico.

El contenido de agua en la lente es normalmente estable y está en equilibrio con el humor acuoso circundante, este a su vez, va disminuyendo a lo largo de la vida de las personas, mientras que el contenido de proteínas cristalineanas insolubles (albuminoide), va en aumento con el paso del tiempo, por esta razón, con el aumento de la edad, el cristalino se vuelve más duro y menos elástico, perdiendo su capacidad acomodativa, y transparencia (Freddo y Chaum, 2017).

Bobrow (2008) explica que, en relación a la disminución de la transparencia de este componente, se da en aproximadamente el 95% de las personas mayores a 65 años. A esto se le denomina “Cataratas” (Figura tres), las que se pueden clasificar en diferentes criterios:

1. Momento de aparición: Existen las Congénitas, aquellas presentes al momento de nacer, y las Adquiridas que se dan con mayor frecuencia en personas de la tercera edad.
2. Estadio de evolución: Catarata Incipiente aquella en la que el paciente no percibe alteración en su visión; Catarata inmadura, provoca en el afectado, capacidad visual reducida; Catarata Madura, en la cual el sujeto en cuestión percibe sólo movimientos de manos en los exámenes visuales; y Catarata Hipermadura, que induce a la persona tan sólo reaccionar a la percepción luminosa.

3. Morfología: Catarata Nuclear, este tipo se da en la corteza del cristalino en la parte que rodea al núcleo central; Catarata Cortical, se caracteriza por opacidades en forma de cuña, que se extienden desde la periferia al centro del lente; Catarata Subcapsular Posterior, se da en la parte posterior del cristalino, es la menos frecuente.

Ninguna de las clasificaciones es en sí misma, totalmente satisfactoria.

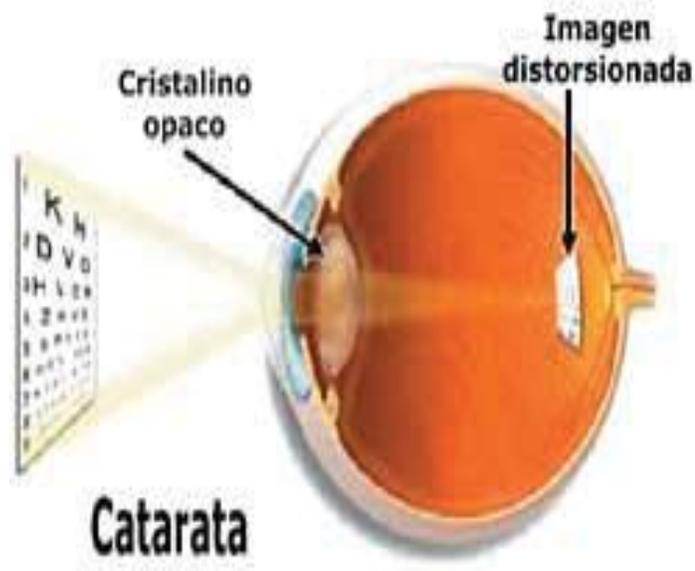


Figura 3: Representación del cristalino opacificado. Fuente: Martinez (2007).

### 3.1.3. Cirugía de catarata:

Según Mora *et al.*, (2016) la única solución efectiva en la actualidad para tratar esta patología es a través de cirugía. El método de realización de esta consiste en realizar una incisión en el ojo para extraer la estructura afectada, este procedimiento quirúrgico requiere de anestesia, mediante inyecciones efectuadas alrededor del cristalino o también

como es frecuente por medio de la instilación de gotas tópicas únicamente. En ocasiones al enfrentarse con pacientes con enfermedades como parkinson, esquizofrenia, autismo, entre otras, se debe utilizar anestesia general para proceder a la cirugía. En reemplazo del cristalino opacificado se introduce un implante llamado lente intraocular.

#### **3.1.4. Lentes intraoculares:**

Curbelo *et al.*, (2007) proponen que cada lente intraocular (LIO) está compuesta por una porción central, otra porción llamada óptica cuya importancia se basa en poseer un elemento refractivo (potencia de la lente) y además se compone de dos asas o también llamadas hápticas, que se utilizan para fijar el LIO en la zona deseada, pudiendo ser en el saco capsular, el surco ciliar, o el ángulo de la cámara anterior. Actualmente existen diversas clasificaciones de tipos de lentes intraoculares, pero nos referiremos a los más importantes de mencionar, éstas son:

- Lentes intraoculares monofocales: Sirven solamente para enfocar una distancia determinada, ya sea para lejos o para cerca.
- Lentes intraoculares multifocales: Pueden enfocar objetos cercanos y lejanos, sin embargo, hay que notar que éstos, no alcanzan la calidad en las imágenes como lo hacen las lentes intraoculares monofocales y además obtienen peores resultados en la visión de contraste y en el deslumbramiento.
- Lentes intraoculares acomodativa: Gracias a su diseño, permiten un movimiento hacia atrás y hacia adelante en el ojo y con ello, hacen que el paciente pueda acomodar. Ciertamente, la capacidad de acomodación, generalmente no es suficiente y el diseño acomodativo no cumple por el momento las expectativas.

### 3.1.5. Análisis prequirúrgico por biometría óptica:

Sheng *et al.*, (2004) plantean que para realizar esta compleja pero rápida intervención quirúrgica ambulatoria, es necesario obtener diversas mediciones y cálculos de algunas estructuras oculares, previos a la cirugía de cataratas, los cuales son de suma importancia para la eficacia y éxito en el procedimiento. Las mediciones de las variables a evaluar son largo axial (LA), profundidad de cámara anterior (ACD) y el promedio de queratometrías (SIM K), las cuales se obtienen mediante equipos biométricos.

La biometría óptica utiliza el principio de interferometría de coherencia parcial (PCI), basado en un láser para la transmisión de señales, es por esto que el fenómeno de interferencia entre la señal reflejada y la señal de referencia, es utilizada para determinar las distancias entre las interfaces, que se manifiesta como la medición de las estructuras oculares, representado en la Figura cuatro, siendo el rayo amarillo, el de referencia y el rayo de color rojo, el que presenta la interferencia procedente de la medición de las estructuras ocular (Connors *et al.*, 2002).

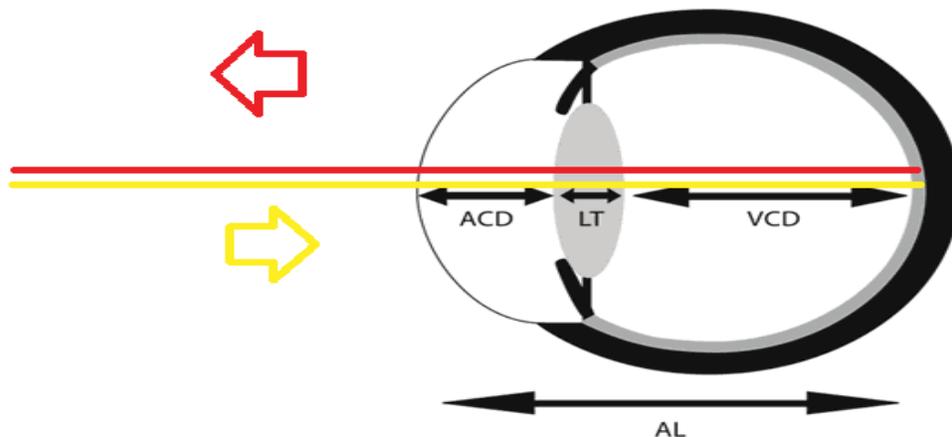


Figura 4: Representación de mediciones (PCI). Fuente: Connors *et al.* (2002).

Torres y Pérez (2012) indican que, para la medición de los parámetros preoperatorios de la cirugía de cataratas, el equipo IOL MASTER emite un haz de luz infrarroja (longitud de onda 780 nm), que pasa por un divisor de haz, generando dos haces de luz, uno que se refracta en un espejo y otro que se refleja en él. Estos dos haces pasan por el ojo del paciente, reflejándose en las estructuras oculares, desde la lágrima hasta el epitelio pigmentario retinal, creando una señal parcialmente coherente. Luego, estos haces son recopilados por un fotodetector que transformará la información obtenida a través de gráficos, en un ecograma, que entrega resultados de las variables largo axial, promedio de queratometrías y profundidad de cámara anterior.

En un estudio comparativo sobre la medición de profundidad de cámara anterior en adolescentes, evaluados a través de dos equipos, siendo uno de ellos, IOL MASTER 500, se postula que el método de valoración de ACD en este, es a través del principio de reflexión del rayo (PCI), el cual en primer lugar realiza una medición automática de las queratometrías, entregando su promedio (SIM K), ya que para la obtención del resultado de la variable ACD el sistema del equipo IOL MASTER requiere previamente el análisis del radio corneal (Bueno-Gimeno et al., 2013).

En un estudio donde se evaluó la SIM K de 34 pacientes con el uso de un instrumento oftalmológico llamado queratómetro Javal y mediante el análisis biométrico realizado por el equipo IOL MASTER 500, se llegó a la conclusión de que 11 de los sujetos evaluados manifiestan diferencias en los datos queratométricos al comparar la información proporcionada por ambos artefactos, por consiguiente, sugiere la realización del análisis topográfico con los equipos especializados en el estudio corneal (León *et al.*, 2013).

Una investigación realizada a 55 pacientes, programados para someterse a cirugía de cataratas en el Hospital Especializado de Ojos de Dhahran (DESH), ubicado en Arabia Saudita, hace referencia a la medición de la variable longitud axial (LA), estipulando

que el biómetro IOL MASTER 500 utiliza el principio de reflexión para medir la diferencia entre las estructuras oculares y la longitud total del ojo, la cual es ajustada automáticamente por el equipo, a la distancia entre membrana limitante interna y el epitelio pigmentario retinal (Fouad, 2014).

En contraste al equipo anterior, el biómetro, topógrafo y tomógrafo GALILEI G6, realiza las evaluaciones biométricas, previas a la cirugía de cataratas, basado en el principio de Reflectometría Óptica de Baja Coherencia (OLCR). Este tipo de tecnología es muy similar a la anterior, diferenciándose solo por el aporte de ecos que exponen las medidas de todas las estructuras oculares (Figura cinco), de este modo podemos calcular tanto la longitud axial (LA), profundidad de cámara anterior (ACD), profundidad acuosa (AQD), paquimetría y el espesor del cristalino (LT) (Martínez, 2017).

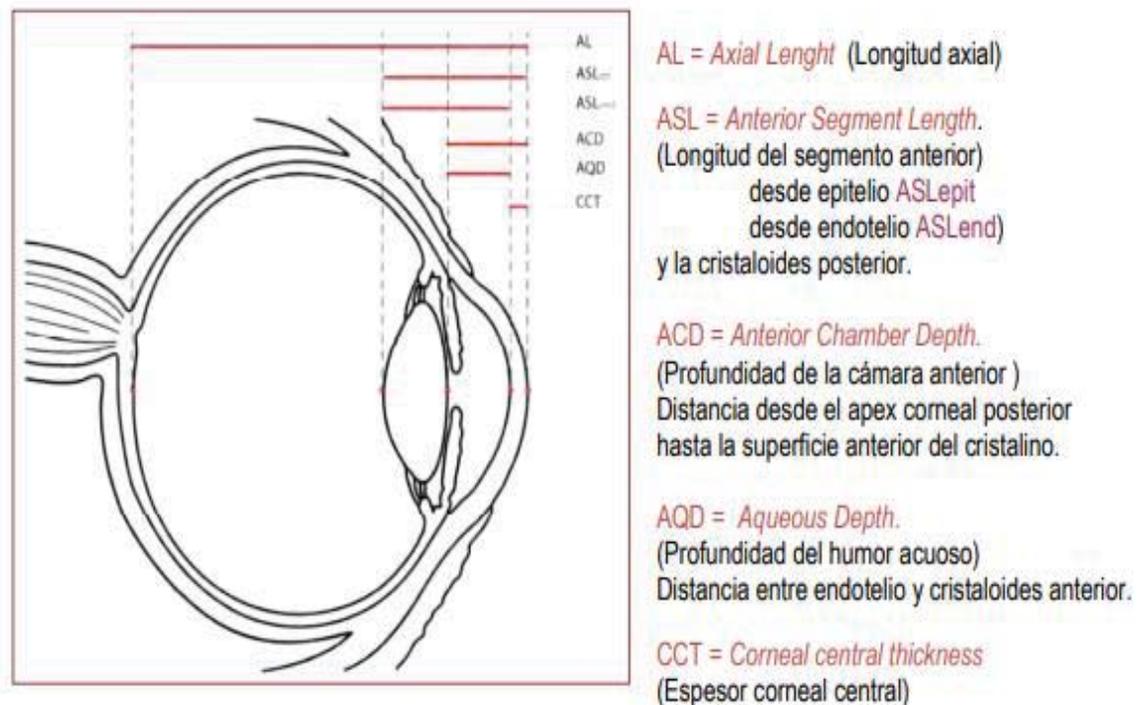
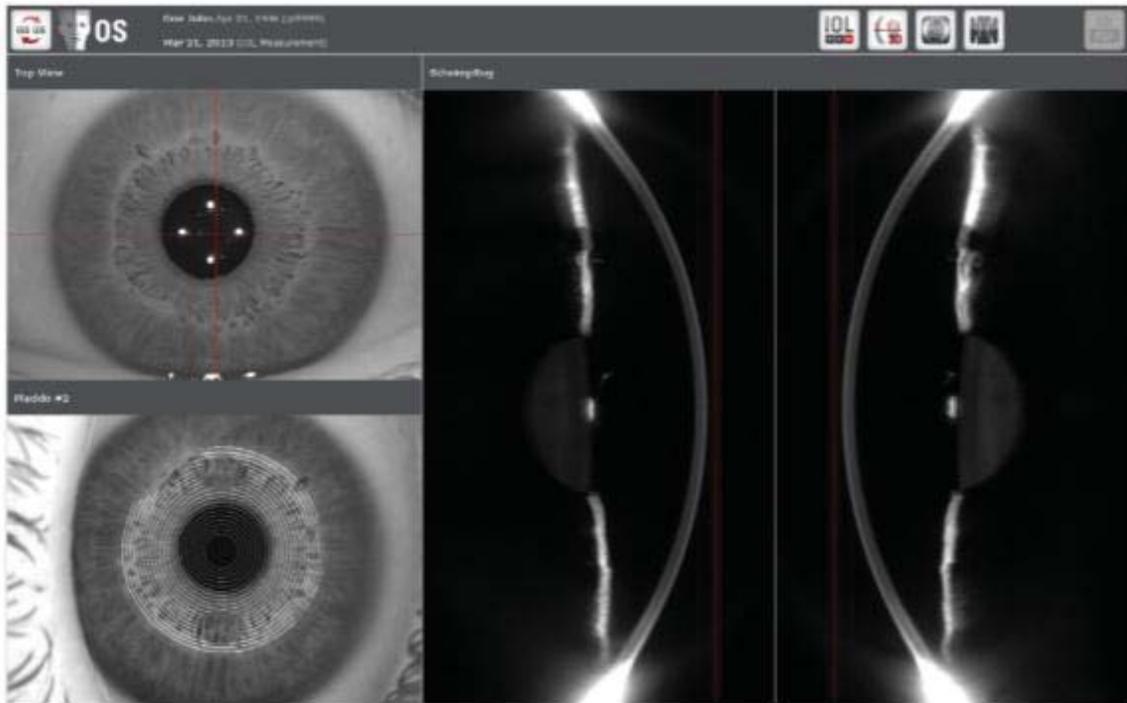


Figura 5: Definición de parámetros biométricos. Fuente: Marcos (2013).

En cuanto a las funciones adicionales que posee GALILEI G6, se puede especificar que la medición topográfica se fundamenta en la proyección del haz de luz sobre la cara anterior de la córnea, en forma de discos conocidos como Anillos de Plácido (Figura seis). La reflexión otorgada por estos mismos es aprovechada por un componente del equipo, el cual tiene forma de espejo convexo que simula una superficie como la córnea. Mediante esta proyección entrega el cálculo del radio de curvatura (SIM K) y por ende la potencia corneal (Vivó y Garrido, 2011).



*Figura 6: Imágenes de alineación, discos de Plácido y cámaras Scheimpflug. Fuente: Operator Manual GALILEI G6 (2013).*

Haciendo alusión a la prestación tomográfica del equipo GALILEI G6, cabe destacar su funcionamiento fundado en el principio Scheimpflug (Figura siete), aplicado en dos cámaras rotatorias. Este principio postula un instructivo sobre la inclinación del plano objetivo en una fotografía, lo que permite mayor profundidad de enfoque, y por consiguiente, mediciones más precisas, destacando el estudio del segmento anterior del

ojo proporcionado por este instrumento. La información analizada va desde la superficie anterior de la córnea, hasta la cápsula anterior del cristalino, entregando una valoración precisa de la parte central corneal, mapas paquimétricos e imágenes de las variables ACD en tres dimensiones (Fernández, 2012).

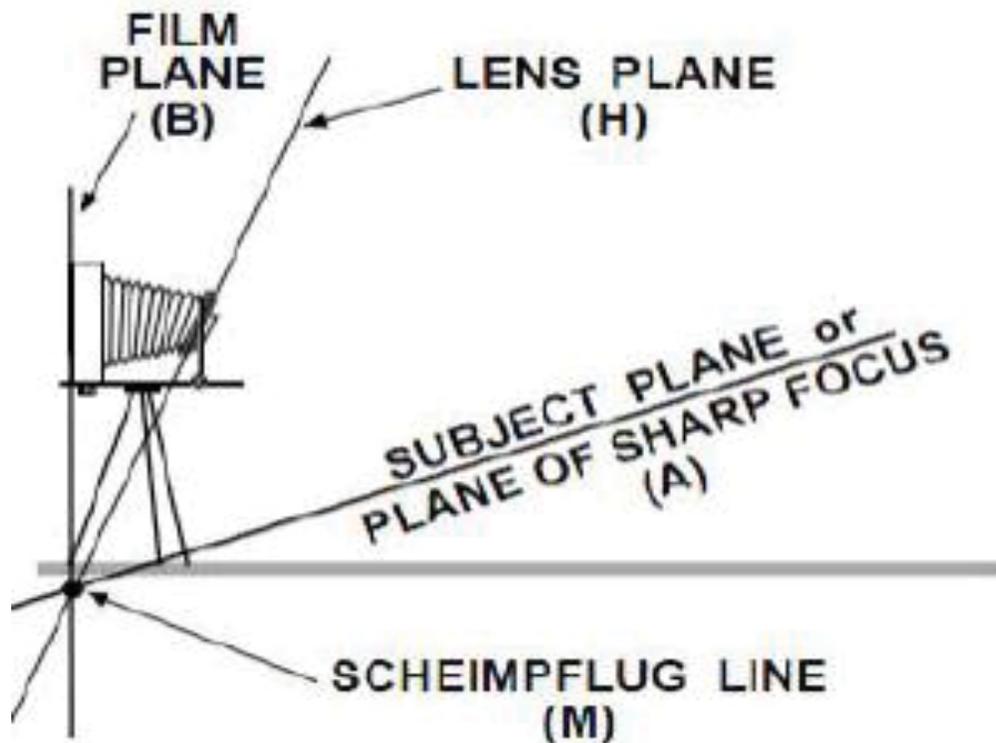


Figura 7: Principio de alineación Scheimpflug. Fuente: Fernández (2012).

En GALILEI G6, los análisis biométricos, mapas topográficos y A scan, se presentan ordenados en cuatro mapas estándar: El mapa anterior axial de curvatura, mapa posterior axial de curvatura, mapa del poder corneal total y mapa de coma, todos ellos en dioptrías, además se muestra el mapa paquimétrico, con valores numéricos locales, ejes principales, ubicación del punto más delgado, centro de la pupila y CLMI, este último es útil para la detección de ectasias, ya que refleja la ubicación del cono (Ventura, *et al.*, 2016).

En el estudio enfocado en las técnicas biométricas realizado en la universidad de Valladolid, España, otorgan gran importancia a la calibración del equipo y a la colaboración del paciente en cuanto a las indicaciones entregadas por el operador, siendo primordial la alineación de este en la toma del examen porque de no ser así, existen probabilidades de resultados falseados en cuanto a las mediciones preoperatorias de las variables mencionadas con anterioridad (Torres y Pérez 2012).

Por otra parte, es importante acentuar que tanto el equipo IOL MASTER 500 como GALILEI G6 entregan un completo informe sobre las opciones de lentes intraoculares (LIOS) para la cirugía de cataratas, Todo esto calculado automáticamente según los parámetros biómetros obtenidos con ambos equipos (Pérez *et al.*, 2013).

Es trascendental recalcar que una de las limitaciones que poseen los biómetros con tecnología óptica es la incapacidad de medir las variables de longitud axial (LA) y profundidad de cámara anterior (ACD) en ojos con medios densamente opacificados, puesto que, el rayo no es capaz de penetrar estas estructuras, lo que impide obtener los valores solicitados para la cirugía de cataratas (Srivannaboon *et al.*, 2013).

Srivannaboon *et al.*, (2013) afirman que, el cálculo de blanco – blanco, parámetro entregado por ambos equipos que se determina a partir de la imagen del iris, no proporciona relevancia real en cuanto a las mediciones previas para la cirugía de cataratas, pero sí se debe exponer, ya que puede ser considerado como un factor de confiabilidad del examen. Para esto solo requiere el correcto posicionamiento del paciente en el equipo, por lo que el operador debe verificar la posición de barbilla y frente, y ajustarlo al canto externo del ojo, para posteriormente iniciar la medición.

Hernández I, *et al.*, (2012) realizan un estudio que propone, comparar y evaluar la biometría ocular, con el nuevo equipo de interferometría óptica de coherencia parcial Lenstar, con el equipo de interferometría óptica de baja coherencia IOL MASTER y

también con los sistemas topográficos GALILEI y Pentacam, en donde se encuentra que existe una alta correspondencia, en los valores biométricos de longitud axial, queratometría y profundidad de la cámara anterior, entre los equipos Lenstar e IOL MASTER. También se encontró una buena correspondencia entre las medidas de profundidad de cámara anterior y queratometría entre Lenstar y los topógrafos GALILEI Pentacam.

### **3.1.6. Problema de investigación**

El sistema visual, está compuesto por una serie de estructuras tales como, la córnea, que al analizarla obtenemos valores queratométricos, medidos en dioptrías y milímetros. La evaluación de la longitud axial es medida desde la capa más externa de la córnea, hasta la retina, este valor se entrega en milímetros; además, se requiere el análisis de la cámara anterior del globo ocular, tomada desde la cara posterior de la córnea, hasta la zona anterior del iris. Estos resultados son de vital importancia para el correcto cálculo del lente intraocular y su adecuado implante, para así tener un desarrollo quirúrgico exitoso.

Actualmente se realizan por diferentes equipos de última generación, como el biómetro *gold standard*, que corresponde al IOL MASTER 500, el cual nos proporciona las mediciones antes mencionadas. Teniendo el conocimiento de que este no es el único biómetro del mercado, pretendemos verificar la similitud de otro equipo de igual categoría, como lo es el biómetro y topógrafo GALILEI G6 (que además entrega información adicional de topografía y tomografía), para así corroborar, si el cálculo de las estructuras descritas anteriormente es semejante a las entregadas por el *gold standard*, ya que corresponden a parámetros necesarios en el análisis preoperatorio para cirugía de catarata e implante de LIO. De no ser correctas, implica alteraciones en

resultado de la cirugía y, por consiguiente, existe un déficit en la óptima calidad visual del paciente, lo que causará un impacto en el resultado refractivo postoperatorio final.

### **3.1.7. Pregunta de investigación**

¿Existen diferencias entre las mediciones realizadas por el equipo GALILEI G6, comparadas con las que otorga el biómetro *gold standard* IOL MASTER 500?

## **4. CAPITULO 2: HIPÓTESIS**

## 2 HIPÓTESIS

### 4.2. Hipótesis:

Existen diferencias entre las mediciones preoperatorias de la cirugía de cataratas, con relación al largo axial (LA), profundidad de cámara anterior (ACD) y queratometrías promedio (SIM K), otorgadas por el equipo óptico Galilei G6 y el biómetro *gold standard* IOL MASTER 500, evaluadas en los mismos pacientes.

## **5. CAPITULO 3: OBJETIVOS**

## **3 OBJETIVOS**

### **5.3.1. Objetivo General**

Determinar si existen diferencias entre las mediciones preoperatorias para la cirugía de catarata del equipo óptico Galilei G6 con relación a las obtenidas con el biómetro *gold standard* IOL MASTER 500.

### **5.3.2. Objetivos Específicos**

Obtener valores en las mediciones del largo axial, profundidad de cámara anterior y promedio de queratometrías, adquiridas con el equipo óptico GALILEI G6.

Obtener valores en las mediciones del largo axial, profundidad de cámara anterior y promedio de queratometrías, adquiridas con el biómetro IOL MASTER 500.

Comparar las mediciones de largo axial, profundidad de cámara anterior y promedio de queratometrías, proporcionada por el equipo óptico Galilei G6 con las obtenidas por el biómetro IOL MASTER 500.

## **6. CAPITULO 4: MATERIALES Y MÉTODOS**

## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.4.1. Materiales y métodos:

Correspondió a un estudio observacional, retrospectivo, transversal, donde se comparó la similitud de las medidas preparatorias brindadas por el equipo óptico GALILEI G6, con relación a las que otorgó el biómetro *gold standard* IOL MASTER 500, el estudio se realizó en el centro médico “Marina Médica” ubicado en la ciudad de Viña del Mar, Región de Valparaíso, Chile. Se utilizaron las mediciones preoperatorias de 106 ojos de pacientes operados de cirugía de catarata, realizadas por el oftalmólogo a cargo de esta investigación.

### 6.4.2. Criterios de inclusión y exclusión:

Los criterios de inclusión fueron: Todos los pacientes operados de catarata entre 30 y 90 años, que se hubiesen realizado exámenes preoperatorios con ambos biómetros (GALILEI G6 y IOL MASTER 500), cuya información estuviese presente en el documento Excel entregado por el Médico oftalmólogo.

Criterios de Exclusión: Se excluyó a pacientes que no poseían información completa en cuanto a las mediciones de largo axial, profundidad de cámara anterior y promedio de queratometrías, o bien, que no se hubiese registrado su sexo y/o edad en el documento.

### **6.4.3. Recolección de datos:**

Se utilizó información procedente de un documento Excel, proporcionado por el Médico Oftalmólogo, con datos preoperatorios de 106 ojos de pacientes intervenidos quirúrgicamente para la extracción de cataratas.

Para la realización de la medición de variables biométricas, se usaron los siguientes equipos de última generación, previamente calibrados: IOL MASTER 500, por medio de un método sencillo y rápido, se realizó una medición consecutiva, de los siguientes parámetros oculares en una sola sesión: Curvatura corneal, longitud axial, profundidad de la cámara anterior y opcionalmente el cálculo de blanco – blanco. Todas las mediciones fueron de no contacto, lo que proporcionó mayor comodidad del paciente; la medición de la longitud axial se basó en un método óptico de interferencia patentado, conocido como interferometría de coherencia parcial (PCI).

Este equipo ejecutó las mediciones en tres disparos, el primero proporcionó cinco medidas de largo axial y tres medidas de radio corneal; en el segundo disparo se evidenció la profundidad de cámara anterior, mostrando cinco tomas de esta área y el último tercer disparo, nos otorgó la medida de blanco a blanco y el diámetro pupilar, con una toma de cada estructura.

Fue importante destacar que el fabricante recomendó la comparación de las queratometrías reveladas por el equipo IOL MASTER 500, con aquellas que entregó un instrumento adicional llamado Autoqueratómetro. Si estas hubiesen diferido en más de 0,5 dioptrías, hubiese sido de gran relevancia la realización de un examen complementario denominado Topografía corneal, realizado por equipos biométricos como el GALILEI G6 o Pentacam ya que estos revelaron información detallada de la curvatura corneal, necesaria para destacar patologías de la córnea.

El instrumento de medición mencionado en el párrafo anterior, que también se utilizó en este estudio fue el biómetro, topógrafo y aberrómetro GALILEI G6 que de acuerdo con las instrucciones dadas por el fabricante planteó que, para una realización óptima del examen, el paciente debió estar bien posicionado en el equipo, esto se debió a que el mal posicionamiento proporcionó resultados falseados en las mediciones otorgadas por este mismo.

El operador del equipo verá una imagen en la pantalla del dispositivo con la sigla OD (ojo derecho) u OS (ojo izquierdo) según corresponda. Para la medida del segmento anterior fue necesario introducir la refracción del paciente, ya que fue necesario para enfocar correctamente la imagen de fijación. Además, este biómetro entregó información sobre la “*Target Refracción*” (refracción objetiva) lo cual, facilitó conocer el estado del ojo de los pacientes, pudiendo asignar como resultado: Fáquico (con cristalino); Afáquico (sin cristalino); o Pseudofáquico (presencia parcial del cristalino) según correspondió, para así tener un cálculo de lente intraocular óptimo.

Otro punto relevante que se dió para la correcta toma del examen, fue que el paciente tuvo que seguir el protocolo propuesto por el operador en cuanto a que solo pudo parpadear brevemente cuando se le indicó, luego de que el equipo apagase la luz azul de fijación, lo cual otorgó el control de calidad que entrega GALILEI G6.

Cuando se terminó con las mediciones, el sistema calculó automáticamente todos los valores para escoger el lente intraocular (LIO), mostró un completo informe basado en diferentes fórmulas como Haigis, Hoffer Q, Holladay I, SRK/T, SRK II y Haigis- L, además de constantes y modelos de lentes, dada las variadas opciones de LIO para cada paciente.

Es relevante mencionar que el fabricante determinó lo necesario que fue afirmar que las mediciones topográficas fueron altamente precisas, ya que proporcionaron datos

completos de la curvatura anterior, debido a su fusión con cámaras de scheimpflug de alta definición y a su tecnología de compensación de movimiento ocular que se basó en una estructura ocular llamada el iris.

Este equipo también propinó análisis detallados de la elevación corneal y otro examen adicional denominado Paquimetría. Estas informaciones se manifestaron en imágenes tridimensionales de la cámara anterior del ojo, lo que estuvo monitorizado mediante un sistema llamado *Ray Traced* herramienta que se diseñó para el cálculo del poder del LIO, y la gestión de datos para el cirujano de lentes oftálmicas en cuanto a la mejora de resultado refractivo en la implantación del Lente intraocular en cirugía de cataratas, además transfirió datos clínicos de variables como curvatura corneal anterior y posterior, así como la longitud axial, el grosor del cristalino y las mediciones de profundidad de la cámara anterior; este *software* propuso que ya no fuese necesaria una lectura de queratometría equivalente para el cálculo de LIO con este programa.

GALILEI G6 realizó una biometría óptica mostrando parámetros como: *central corneal thickness*, *anterior chamber Depth*, *lent thickness* y *axial length*, lo cual destacó la relevancia en las mediciones queratométricas que nos entregó este equipo, ya que hizo un análisis de la superficie corneal posterior real en cada ojo examinado, lo que proporcionó además un *wavefront* corneal total según polinomios de *zernike*, representaciones de las aberraciones, que se describió como la desviación del estado ideal de un objeto puntual con respecto a la imagen que forma. Es una medida de la calidad óptica del sistema. En un ojo ideal, los rayos paralelos que entran al ojo convergen de forma perfecta sobre la retina, pero la realidad es que los diferentes medios refractivos del ojo tienen aberraciones y por lo tanto no todos los rayos convergen en un solo punto, lo que otorgó la aberración.

#### 6.4.4. Método estadístico:

El método estadístico que se utilizó en este estudio fue mediante el *Software* GraphPrism 6, en el cual se realizaron pruebas de normalidad en cada una de las variables medidas (LA, ACD, SIMK), obteniendo resultados positivos en la distribución normal en la población estudiada. Debido a esto, se realizaron mediciones paramétricas, usando la prueba T de *student*, el cual demostró resultados no significativos para cada una de las variables analizadas, con los equipos antes mencionados. Todos estos análisis estadísticos fueron hechos a un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

#### 6.4.5. Variables del estudio:

*Tabla 1: Variables analizadas*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidad de medida	Valores
Longitud axial (LA)	Corresponde a la longitud anteroposterior del globo ocular	Medición desde el epitelio corneal al epitelio pigmentario retinal. Calculado por biometría óptica donde podemos encontrar ojos de distinta longitud.	Ojo corto  Ojo promedio  Ojo largo	Milímetros	Ojo corto < 22.50 mm  Ojo promedio 23.50 mm (+/- 0.50)  Ojo largo > 25.00 mm
Profundidad de cámara anterior (ACD)	Área del ojo que está limitada anteriormente por la córnea y hacia posterior por el iris y cristalino	Medición desde el cristalino hasta la cara posterior corneal, calculada mediante biometría óptica, donde se pueden determinar tres posibles valores de ACD	Cámara estrecha  Cámara promedio  Cámara amplia	Milímetros	Cámara estrecha < 3.00 mm  Cámara promedio 3.60 mm  Cámara amplia > 3.80 mm
Promedio de queratometrías (SIM K)	Medida de los meridianos principales de la córnea	Valores de la curvatura corneal medida en dos meridianos principales, calculados con biometría óptica donde se podrán clasificar en tres opciones según su curvatura	Oblata  Prolata  Hiperprolata	Dioptías	Oblata <40.00 D  Prolata 43.00 D  Hiperprolata > 47.00 D

## **7. CAPITULO 5: RESULTADOS**

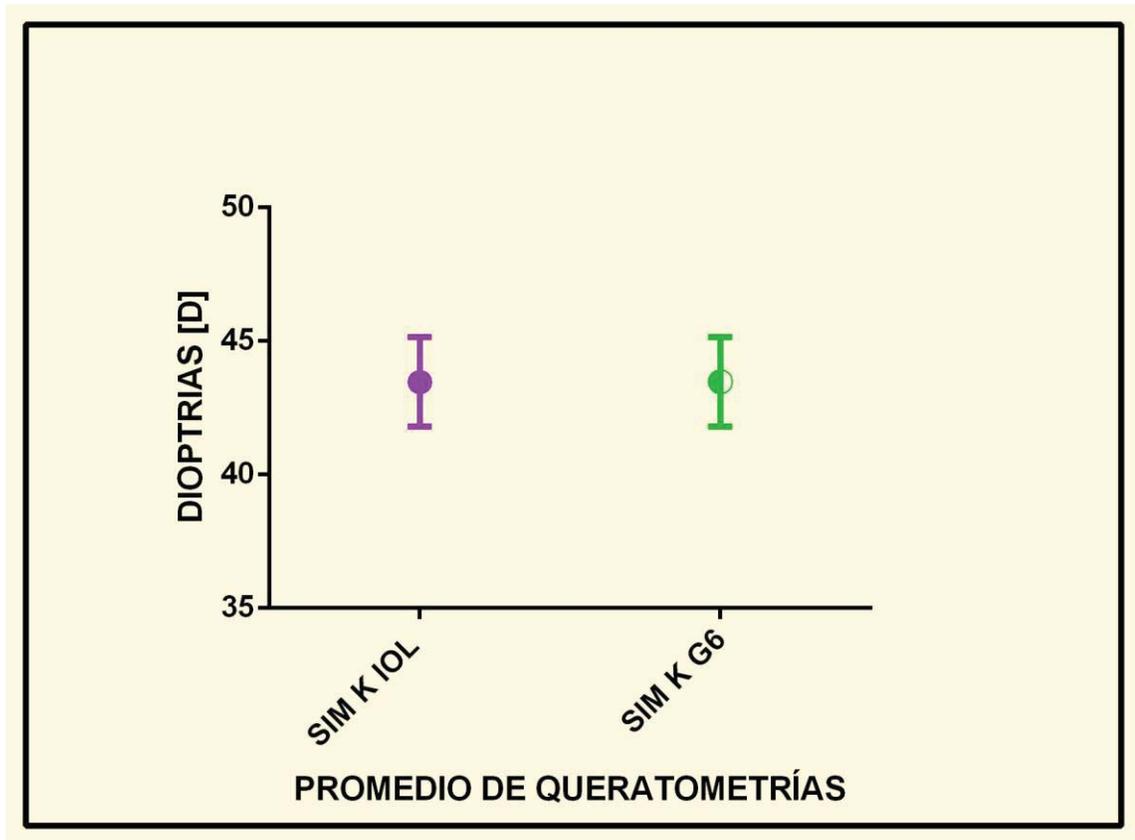
## 5 RESULTADOS

### 7.5.1 Resultados

Se estudiaron 106 ojos, de 53 pacientes con edad promedio de 68.5 años (rango de 30 a 90 años), 31 femeninos y 22 masculinos, diagnosticados de cataratas, que fueron sometidos al procedimiento quirúrgico de cirugía de cataratas, realizadas por el Médico Oftalmólogo, en el centro de salud “Marina Médica”, ubicado en la ciudad de Viña del mar, Región de Valparaíso, Chile; entre Diciembre del año 2016 y Abril del 2018.

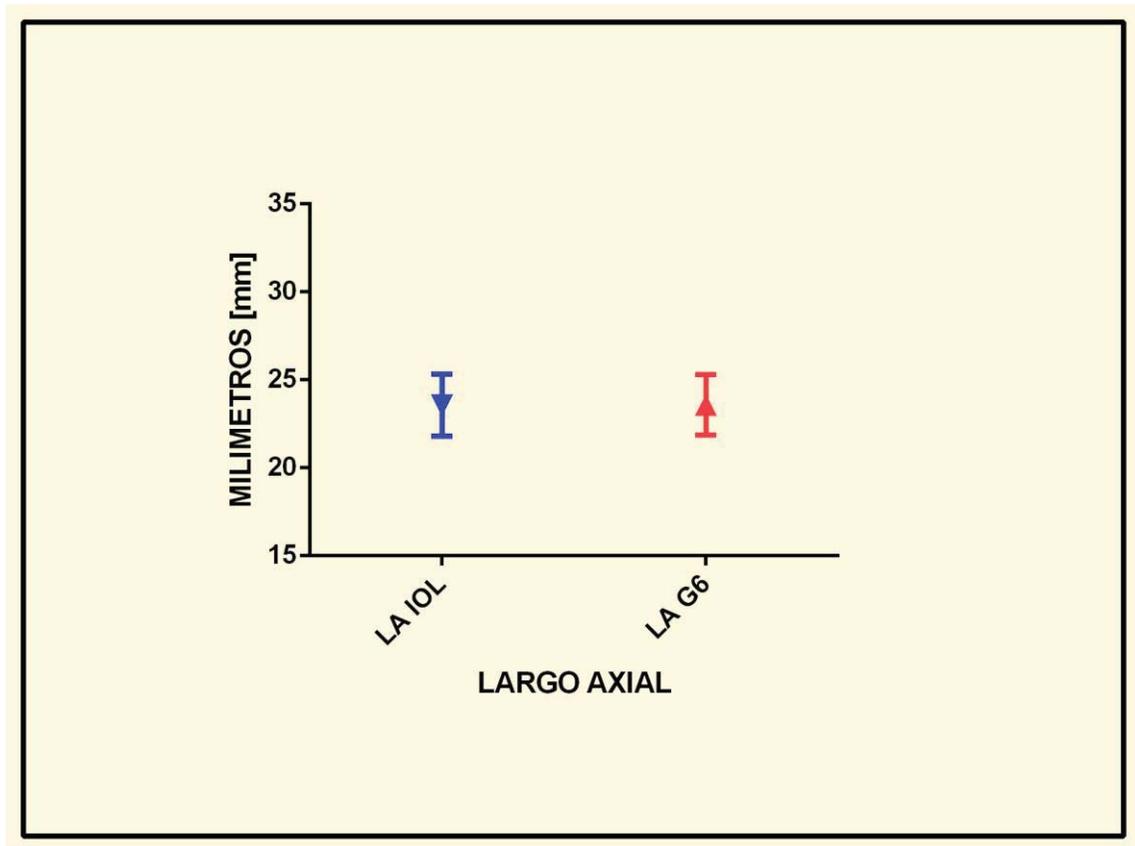
Para este estudio, se creó una base de datos en *Software* Microsoft Office Excel, que incluyó la edad, sexo y mediciones previas a la cirugía de cataratas: SIM K (Promedio queratometrías), ACD (Profundidad de cámara anterior), y LA (Largo axial), todas estas fueron realizadas en ambos ojos, utilizando los dos biómetros ópticos (IOL MASTER 500, y GALILEI G6). Además, se reemplazó la identidad real de los pacientes otorgándole a cada uno un valor numérico.

Se analizó en la investigación con el uso del test de T de *student* cada una de las variables analizadas con los equipos mencionados con anterioridad, este arrojó resultados no significativos en cada una de las comparaciones de los parámetros biométricos examinados.



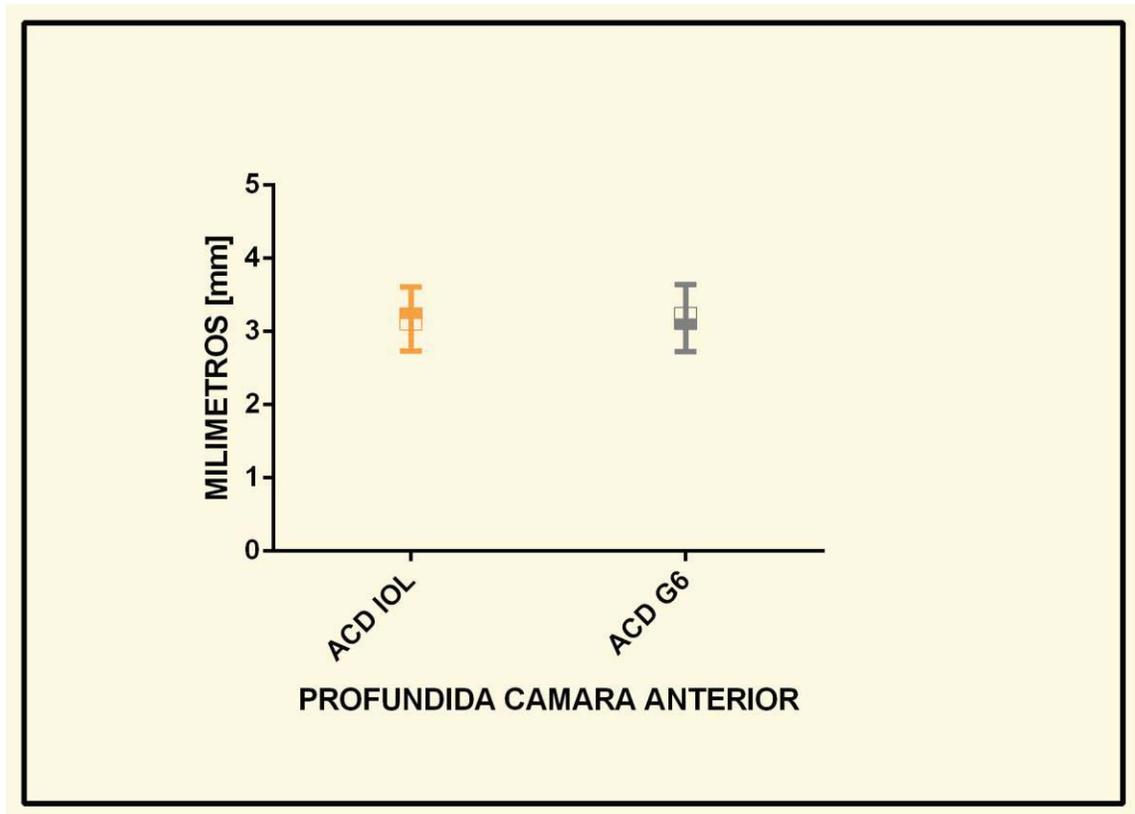
*Gráfica 1: Mediciones del promedio de queratometrías simulada utilizando ambos equipos*

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio, referente a la variable SIM K (gráfica uno), se evidenció que la media de los valores manifestados por el equipo IOL MASTER 500, fue de 43,47 D +/- 1,665 (media +/- DE), así mismo, la media de esta misma, medida con GALILEI G6 fue 43,48 D +/- 1,678 (media +/- DE). No se observan diferencias significativas entre las mediciones realizadas con ambos equipos (P = 0,8683).



*Gráfica 2: Mediciones de profundidad de cámara anterior, realizadas con IOL MASTER 500 y GALILEI G6*

Con relación a la variable ACD (gráfico dos), respecto al equipo IOL MASTER 500, se mostró una media de 3,174 mm +/- 0,4379 (media +/- DE). A su vez, los resultados de la media que expuso el biómetro GALILEI G6, fue 3,183 mm +/- 0,4550 (media +/- DE). Por lo que no existió diferencia significativa entre los valores medidos con ambos equipos (P = 0,8504).



*Gráfica 3: Medición de la variable largo axial calculada con ambos instrumentos*

Respecto al comportamiento de la variable LA (gráfica tres), el equipo IOL MASTER 500, proporcionó una media de 23,57 mm +/- 1,770 (media +/- DE). En paralelo, los resultados de la media descritos por GALILEI G6, fue 23,58 mm +/- 1,723 (media +/- DE). No se encontró diferencia significativa entre las medidas entregadas por los equipos estudiados. (P = 0,3703).

## **8. CAPITULO 6: DISCUSIÓN**

## 6 DISCUSIÓN

### 8.6. Discusión

Los resultados obtenidos en nuestro estudio, en cuanto a la comparación de las tres variables entregadas por IOL MASTER 500 y GALILEI G6, no evidencian una diferencia significativa en el análisis estadístico realizado entre pares de ojos de los pacientes evaluados. Basándonos en los anterior, se demuestra que ambos equipos entregan resultados similares en cuanto a las variables analizadas en cada una de sus tomas, por ende, el uso de cualquiera de estos artefactos, referente al análisis de los parámetros biométricos, brindarán resultados homólogos.

Cabe destacar que el equipo GALILEI G6 entrega información adicional sobre el análisis topográfico, tomográfico y de aberrometrías, en forma paralela a la biometría, lo que es útil en pacientes con algún indicio de alteración en la medida de SIM K. Esto se complementa directamente con un estudio relacionado al análisis en mediciones del promedio de queratometrías, donde se menciona la relevancia que posee efectuar un análisis topográfico a sujetos que presenten discordancia en este parámetro. (León *et al.*, 2013)

La realización de los exámenes efectuados por el profesional a cargo de ello, en ambos biómetros fue adecuada en relación a la calibración previa de los dos equipos ópticos. Esto concuerda con el estudio de la universidad de Valladolid, España, en el cual otorgan importancia a la calibración del equipo en la toma de los exámenes puesto

que, de no ser así, existen probabilidades de resultados falseados en cuanto a las mediciones preoperatorias de las variables LA, SIMK y ACD. (Torres y Pérez 2012).

De acuerdo con la comparación de los valores biométricos del promedio de queratometrías, entre los equipos mencionados anteriormente determinaron un  $p = 0,8683$  lo que precisa la correspondencia entre los resultados. Además, al equiparar los resultados de la variable largo axial entre los biómetros descritos, reveló un  $p = 0,8504$  precisando la similitud entre ellos.

En un análisis comparativo entre tres equipos biométricos oculares, se describe que las mediciones de SIM K, LA y ACD entre IOL MASTER y el instrumento Lenstar encontraron una alta correspondencia entre ellas, además compararon el biómetro GALILEI G6 y equipo Pentacam en las medidas de SIM K, hallando similitudes entre sus resultados (Hernández I, *et al.*, 2012).

Una de las limitaciones expuestas en este estudio fue la incapacidad de realizar el examen a pacientes con medios oculares muy densos, debido a que este tipo de biometría óptica no permite el paso del rayo de luz en estructuras con altas densidades y en consecuencia, no permite la obtención de resultados, de hecho, existe una investigación en la que se recalca esta limitación en las mediciones de (LA) y (ACD) en ojos con medios densamente opacificados, puesto que, este tipo de biometría no permite penetrar las estructuras oculares, impidiendo obtener los valores solicitados para la cirugía de cataratas. (Srivannaboon *et al.*, 2013)

## **9. CAPITULO 7: CONCLUSIÓN**

## **7 CONCLUSIÓN**

### **9.7.1. Conclusión General**

En el proyecto de investigación expuesto, se confirma que no existen diferencias significativas en las mediciones, con relación a los resultados entregados por los dos equipos utilizados, teniendo en cuenta y siempre presente, los estándares de calidad de cada biómetro, en cuanto a calibración y buena ejecución del profesional a cargo de la toma de exámenes.

Es posible, además, determinar la exactitud en los cálculos de las variables utilizadas (Largo axial LA, promedio de queratometrías SIM K y profundidad de cámara anterior ACD) en ambos equipos, demostrando que el sistema de interferometría óptica del IOL MASTER 500 y el topógrafo GALILEI G6 es comparable para el cálculo de las variables antes mencionadas.

### **9.7.2. Conclusiones específicas**

En cuanto a la medición de la variable: Promedio de queratometrías (SIM K), efectuada con ambos equipos, se demostró la similitud en sus resultados, por lo que se puede recomendar el uso del equipo GALILEI G6, por a su aporte de información adicional, en cuanto a su función como topógrafo.

Haciendo referencia al análisis de largo axial (LA), efectuado en este estudio, podemos recalcar la semejanza demostrada por los dos equipos oftalmológicos, lo que proporciona seguridad al momento de realizar el procedimiento quirúrgico.

Respecto al cálculo de la profundidad de cámara anterior (ACD), se evidenciaron resultados homólogos en la comparación de las medidas, efectuadas con los equipos ya mencionados. Existiendo una función a favor del GALILEI G6, que es, la de ofrecer una imagen en tres dimensiones del área analizada.

Con los resultados expuestos podemos afirmar que ambos equipos proporcionan datos equivalentes en la evaluación de las tres variables exploradas en el estudio, por consiguiente, el uso de cualquiera de estos equipos en cuanto a la valoración previa de la cirugía de cataratas muestra lo ventajoso que son para la ejecución de un correcto procedimiento quirúrgico, sin embargo, si es necesario indagar más sobre el sistema visual del paciente, se puede recomendar el uso del biómetro y topógrafo GALILEI G6.

A razón del desenlace de este estudio se puede afirmar que, se rechaza la hipótesis expuesta “Existen diferencias entre las mediciones preoperatorias de la cirugía de cataratas, con relación al largo axial (LA), profundidad de cámara anterior (ACD) y queratometrías promedio (SIM K), otorgadas por el equipo óptico Galilei G6 y el biómetro *gold standard* IOL MASTER 500, evaluadas en los mismos pacientes”, debido a la similitud en los resultados obtenidos por esta investigación.

Es importante mencionar que este proyecto de investigación, es uno de los primeros estudios de comparación en similitud de resultados con relación a las mediciones de las variables: Largo axial, Promedio de queratometrías y Profundidad de cámara anterior en los equipos de interferometría de coherencia óptica IOL MASTER 500 y GALILEI G6,

sin embargo, existen otros estudios de comparación similares a este, que incorporan información de otros equipos de biometría existentes actualmente en el mercado.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que es más útil el uso del equipo GALILEI G6, debido a su aporte adicional en información topográfica. Este estudio permite motivar nuevos proyectos de investigación, dado que sería de gran provecho aplicar esta información como base en otras tesis relacionadas con el área refractiva en oftalmología.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- I. Alezzandrini, A. (2003). Fundamentos de oftalmología. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
- II. Bobrow, J.C.(2008). Cristalino y cataratas. Madrid, España: S.A. ELSEVIER
- III. Bueno-Gimeno, I., España-Gregori, E., Gané, S., Lanzagorta, A.A., y Dualde,C.(2013). Anterior chamber Depth Measurement in teenagers. Comparison of two techniques. *Journal Optometry*,6(3),166-161.
- IV. Connors, R., Boseman, P., Olson, R.J.(2002). Accuracy and reproducibility of biometry using partial coherence interferometry. *PubMed*,28(2),235-8
- V. Curbelo, L.C., Hernández, J.R., Lanz L., Ramos, M.L., Torres, M.R., Fernández, G.V., y Rodriguez, B.S. (2007). Resultados de la cirugía de cataratas por la técnica de facoemulsificación con *quick chop*. *Revista cubana de oftalmología*,20(2), 20-1.
- VI. Fernandez, J.(2012). Tecnologia Scheimpflug. Instituto de oftalmología avanzada. 34(6),25-10.
- VII. Fouad, R.N.(2014). Comparison of optical biometry and applanation ultrasound measurements of the axial length of the eye. *Saudi J. Ophthalmol*.28(4),291
- VIII. (Freddo y Chaum, 2017). Freddo, T.F., Chaum, E. (2017). Anatomy of the eye and orbit. Philadelphia, Estados Unidos: Wolters Kluwer

- IX. Hernández, I.M., Fernández, K.G., Ruiz, Y.R., Hernández, J.R., y Torres, M.R. (2012). Comparación de los valores del espesor corneal central según los equipos Lenstar, Galilei y Pentacam. *Revista Cubana de Oftalmología*,25(1),71-65.
- X. Kanski, J.J. (1994). *Oftalmología clínica*. Barcelona, España: S.A. ELSEVIER.
- XI. Landinez, N.S., Contreras, K., Castro, A. (2012). Proceso de envejecimiento. *PubMed*, 12(4),23-2
- XII. Lang, G.K. (2006). *Oftalmología: Texto y atlas en color*. Barcelona, España: Masson.
- XIII. León, R., González, M., y Bahena, R.(2013). Comportamiento del astigmatismo corneal en paciente post operados. *PubMed*,6(7),10-3.
- XIV. Martínez, J. (2013). Profundidad de cámara anterior, ACD: Comparativa de dos técnicas. *Q visión*,12(2), 29-15
- XV. Mora, M.A., Bernal, J.D., y Paneso, J.E. (2016). Anatomía quirúrgica del ojo: Revisión anatómica del ojo humano y comparación con el ojo porcino. *Morfología*, 8(3), 44-21.
- XVI. Palomar, F.P., Palomar, F.J., Palomar, M.V. (2008). *Neurooftalmología: Exploración, pruebas y diagnósticos*. Madrid, España: Elsevier Masson.
- XVII. Pérez, C., Rodríguez, R., Veitía, R., Martín, P., Méndez, D., y Rodríguez, S. (2013). Methods for the calculation of the intraocular lens power after refractive surgery. *Revista cubana de oftalmología*,26(1), 156-144.

- XVIII. Riordan-Eva. P., Emmett, C. (2012). *Oftalmología general*. Monterrey, México: Mcgraw-Hill.
- XIX. Sepúlveda, G., Ibáñez, S. (2017). *Manual de oftalmología*, Sevilla, España: Mediterráneo.
- XX. Sheng, H., Bottjer, C.A., Bullimore, M.A. (2004). Ocular component measurement using the Zeiss IOL MASTER. *Optom Vis Sci*,81(1),34-27.
- XXI. Snell, R.S., Lemp, M.A. (2013). *Clinical Anatomy of the eye*. Washington D.C, Estados Unidos: Blackwell.
- XXII. Srivannaboon, S., Chirapapaisan, C., Nantasri, P., Chongchareon, M., y Chonpimai, P.(2013). Acuerdo de potencia de IOL y longitud axial obtenido por IOLMaster 500 vs IOLMaster 500 con conexión Sonolink. *PubMed*,251(4),1145-9.doi: 10.1007 / s00417-012-2222-2.
- XXIII. Torres, L., Pérez, I.(2012). Estudio de técnicas biométricas y cálculo de la lente intraocular(Tesis de Maestria).Universidad de Valladolid, Valladolid,España.
- XXIV. Ventura, B.V., Ventura, M.C., Wang, L., Koch, D.D., y Weikert, M.P. (2016). Comparison of biometry and intraocular lens power calculation performed by new optical biometry device and a reference biometer. *JCRS*,43(1), 79-74.
- XXV. Vivó,J.F., Garrido, J.L.(2011).Topografía corneal mediante discos de Plácido. Estrategias de optimización de la estimación topográfica. *Gaceta Optometría y óptica oftálmica*,13(457),7-1