



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
E INVESTIGACIÓN**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES  
DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

**SORPRESAS REFRACTIVAS MÁS COMUNES  
Y FACTORES ASOCIADOS A SU  
PRESENTACIÓN EN PACIENTES OPERADOS  
DE CATARATA MÁS COLOCACIÓN DE LENTE  
INTRAOCULAR EN EL HOSPITAL REGIONAL  
ADOLFO LÓPEZ MATEOS**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:  
JOSUÉ ISRAEL ARAGÓN SALINAS**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD EN  
OFTALMOLOGÍA**

**ASESOR DE TESIS: DRA. GABRIELA GISEL  
NAVARRETE HORTA**

**NO. DE REGISTRO DE PROTOCOLO:**

**689.2023**

**2024. CIUDAD DE MEXICO, MEXICO.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

DR. ANDRÉS DAMIAN NAVA CARRILLO  
COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

---

DR. LUIS SERAFIN ALCAZAR ALVAREZ  
JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

---

DR. IRWIN BERNARDO GIL PALAFOX  
ENCARGADO DE LA JEFATURA DE INVESTIGACION

---

DRA. NANCY PAULINA RENTERIA RUIZ  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIDAD

---

DRA GABRIELA GISEL NAVARRETE HORTA  
ASESOR DE TESIS

### **Dedicatoria**

A mis padres y hermanas por su apoyo, comprensión  
e impulso constante e incondicional.

A mis maestros por su invaluable aporte a mi  
trayectoria.

A mi novia y mis amigos por inspirarme a superarme  
siempre.

## Tabla de contenido

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO.....	6
Cálculos biométricos y selección de lentes intraoculares (LIO): .....	6
Técnicas quirúrgicas y variabilidad: .....	6
Factores específicos del paciente: .....	7
Factores psicosociales y de expectativas: .....	7
Calidad de Visión y Visión Funcional: .....	7
Óptica Adaptativa y Tecnologías Emergentes: .....	8
CAPÍTULO 4 : CONGRUENCIA METODOLÓGICA .....	10
Tamaño de la muestra .....	10
Criterios de inclusión.....	10
Criterios de exclusión.....	11
Criterios de eliminación.....	11
Variables: .....	11
CAPÍTULO 5: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN .....	13
Cronograma de actividades: .....	14
Consideraciones éticas: .....	14
CAPÍTULO 6: PRUEBAS .....	15
Generalidades de las pruebas .....	16
Parte 1 Estadística descriptiva .....	16
Edad de los pacientes.....	16
Género.....	18

Tipos de catarata .....	18
Longitud axial.....	19
Queratometrías.....	19
Parte 2 Estadística inferencial.....	19
Prueba de T .....	19
Prueba de Wilcoxon para agudeza visual.....	20
Prueba de Kruskal-Wallis (refracción post operatoria) entre distintas técnicas ..	20
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
CAPÍTULO 9: LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
BIBLIOGRAFÍA .....	24

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama de Gantt.....	14
Ilustración 2 Gráfica de edades.....	17
Ilustración 3 Distribución de género .....	18
Ilustración 4 Tipos de cataratas.....	19
Ilustración 5 Refracción post operatoria EECC versus Faco + lio .....	21

## INDICE DE TABLAS

Tabla 0-1 Variables .....	12
Tabla 0-1 Formato de recolección de datos .....	13



## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

La cirugía de cataratas ha evolucionado significativamente a lo largo de los años, transformándose de un procedimiento para restaurar la visión a una cirugía refractiva avanzada destinada a brindar a los pacientes no solo una mejor agudeza visual sino también una menor dependencia de las gafas. Si bien la cirugía de cataratas moderna cuenta con altas tasas de éxito, un subconjunto de pacientes experimenta sorpresas refractivas, lo que desafía la búsqueda de una visión postoperatoria óptima. Las sorpresas refractivas abarcan cambios inesperados e indeseables en los resultados refractivos posoperatorios, que se manifiestan como errores refractivos residuales que comprometen la agudeza visual y la satisfacción del paciente.

Esta tesis profundiza en el panorama multifacético de las sorpresas refractivas en la cirugía de cataratas, buscando desentrañar la intrincada interacción de los factores que contribuyen a su aparición. Comprender las causas fundamentales, los factores de riesgo y las posibles estrategias de mitigación de las sorpresas refractivas es esencial para perfeccionar las técnicas quirúrgicas, mejorar el asesoramiento al paciente y, en última instancia, elevar el éxito general de la cirugía de cataratas.

A medida que la cirugía de cataratas avanza más allá de la mera rehabilitación visual, las expectativas tanto de los pacientes como de los cirujanos han aumentado. Lograr la emetropía, o el resultado refractivo objetivo, es el nuevo paradigma, que exige un examen meticuloso de la planificación preoperatoria, las técnicas quirúrgicas y la atención posoperatoria. Factores como los cálculos biométricos, la selección de lentes intraoculares, la tecnología quirúrgica y la dinámica de cicatrización de heridas desempeñan papeles fundamentales a la hora de determinar los resultados refractivos, y cualquier desviación del resultado previsto puede provocar sorpresas refractivas.

Esta tesis tiene como objetivo analizar críticamente la literatura existente, los datos clínicos y las prácticas quirúrgicas relacionadas con las sorpresas refractivas en

la cirugía de cataratas. Al sintetizar información de diversas fuentes, buscamos identificar patrones, tendencias y áreas potenciales de mejora que puedan guiar a los médicos a minimizar la aparición de sorpresas refractivas. Además, exploraremos el impacto de los factores relacionados con el paciente, como las comorbilidades oculares, en los resultados refractivos posoperatorios, reconociendo la naturaleza individualizada de la cirugía de cataratas.

En conclusión, esta investigación se esfuerza por proporcionar una visión general completa de las sorpresas refractivas en la cirugía de cataratas, arrojando luz sobre las complejidades involucradas y ofreciendo conocimientos para mejorar la previsibilidad y precisión de los resultados refractivos. A través de un examen exhaustivo del conocimiento actual y las tendencias emergentes, aspiramos a aportar información valiosa que pueda empoderar a los cirujanos, optimizar el asesoramiento al paciente y, en última instancia, elevar el estándar de atención en la cirugía de cataratas.

Sin lugar a dudas, la llegada de la cirugía de cataratas ha transformado el panorama de las intervenciones oftálmicas, mejorando significativamente los resultados visuales de innumerables personas en todo el mundo. Sin embargo, el fenómeno de las sorpresas refractivas, en las que el estado refractivo posoperatorio se desvía inesperadamente del objetivo preoperatorio, plantea un desafío matizado dentro del ámbito de la cirugía de cataratas. Esta tesis intenta profundizar en las dimensiones multifacéticas de las sorpresas refractivas en pacientes operados de cataratas, desentrañando la intrincada interacción de factores que contribuyen a estos resultados inesperados.

La correcta identificación de factores de riesgo en el pre operatorio prepara el escenario al resaltar el éxito general de la cirugía de cataratas y el papel fundamental que desempeña en la restauración de la agudeza visual. Posteriormente, la atención se dirige a la importancia de lograr resultados refractivos precisos, enfatizando el impacto de las sorpresas refractivas en la satisfacción del paciente, la calidad de vida

y el éxito general de la intervención quirúrgica. La introducción también articula el contexto más amplio de las sorpresas refractivas, que abarca desviaciones tanto miopes como hipermétropes, errores astigmáticos y las diversas metodologías empleadas para calcular y alcanzar el estado refractivo posoperatorio deseado.

Se pretende subrayar la relevancia de la investigación, aclarando la escasez de estudios exhaustivos que aborden las sorpresas refractivas en la cirugía de cataratas. Describir las posibles implicaciones tanto para los médicos como para los pacientes y la necesidad de una comprensión más profunda de los factores contribuyentes.

## **CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La cirugía de cataratas, piedra angular de la práctica oftálmica moderna, ha experimentado avances notables, con el objetivo no sólo de restaurar la visión sino también de lograr resultados refractivos óptimos. A pesar de estos avances, un subconjunto de pacientes continúa experimentando sorpresas refractivas en el posoperatorio, lo que presenta un desafío inesperado en la búsqueda de la emetropía. Las sorpresas refractivas, caracterizadas por desviaciones del resultado refractivo objetivo, comprometen la agudeza visual y la satisfacción del paciente, lo que requiere una comprensión integral de los factores que contribuyen a su aparición.

El problema que nos ocupa radica en la naturaleza intrincada y multifacética de las sorpresas refractivas, que abarca factores como cálculos biométricos inexactos, errores en la selección de lentes intraoculares, variaciones de técnicas quirúrgicas y dinámicas de curación de heridas impredecibles. Estos resultados refractivos inesperados no sólo impiden el logro de objetivos visuales precisos, sino que también introducen un nivel significativo de imprevisibilidad en los resultados de la cirugía de cataratas, lo que plantea un desafío tanto para los pacientes como para los cirujanos.

La falta de una solución universalmente aplicable para mitigar las sorpresas refractivas subraya la necesidad de una investigación exhaustiva de las causas fundamentales, los factores de riesgo y las posibles medidas preventivas. Además, el impacto de las variables relacionadas con el paciente, como las comorbilidades oculares y las variaciones en las respuestas curativas, añade otra capa de complejidad a este problema, enfatizando la necesidad de un enfoque matizado e individualizado.

Este estudio tiene como objetivo abordar las siguientes preguntas clave:

¿Cuáles son las causas principales y los factores que contribuyen a las sorpresas refractivas en la cirugía de cataratas?

¿Cómo influyen las variaciones en la planificación preoperatoria, los cálculos biométricos y la selección de lentes intraoculares en los resultados refractivos?

¿Qué papel juega la técnica quirúrgica en la aparición de sorpresas refractivas y cómo se puede optimizar para mejorar la previsibilidad?

¿En qué medida los factores específicos del paciente, incluidas las comorbilidades oculares y la dinámica de curación, contribuyen a las sorpresas refractivas?

¿Qué estrategias e intervenciones se pueden emplear para minimizar la aparición de sorpresas refractivas y mejorar la precisión refractiva posoperatoria general en la cirugía de cataratas?

Al abordar estas preguntas, esta investigación pretende aportar conocimientos valiosos al campo, guiando a los médicos a perfeccionar sus enfoques para la cirugía de cataratas y, en última instancia, mejorar la previsibilidad y precisión de los resultados refractivos.

¿Cuáles son los errores refractivos más comunes en pacientes operados de catarata más colocación de lente intraocular en el hospital regional Adolfo López mateos y a qué tipo de cirugía se asocian más; facoemulsificación versus extracción extracapsular?

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

El marco teórico de esta tesis sobre las sorpresas refractivas en la cirugía de cataratas se basa en una exploración exhaustiva de los factores multifacéticos que influyen en los resultados refractivos. El estudio se basa en varias perspectivas teóricas clave para dilucidar las complejidades involucradas en lograr resultados refractivos posoperatorios precisos y proponer un marco para comprender, prevenir y mitigar las sorpresas refractivas en la cirugía de cataratas.

### **Cálculos biométricos y selección de lentes intraoculares (LIO):**

La base teórica comienza con un examen de los cálculos biométricos y el proceso de selección de LIO. El modelo de óptica gaussiana sirve como piedra angular, enfatizando la importancia de mediciones precisas de la longitud axial, la potencia corneal y la profundidad de la cámara anterior. Las desviaciones de estas mediciones contribuyen significativamente a las sorpresas refractivas. Se exploran el método Maloney y otros marcos teóricos para el cálculo del poder de la LIO para comprender las limitaciones y las posibles fuentes de error. Se integran conocimientos teóricos de los modelos de trazado de rayos para mejorar nuestra comprensión de cómo los diferentes diseños de LIO interactúan con las estructuras oculares, lo que afecta los resultados refractivos finales.

### **Técnicas quirúrgicas y variabilidad:**

El marco teórico se extiende al ámbito de las técnicas quirúrgicas, considerando el impacto de las variaciones en el tamaño, la ubicación y la profundidad de la incisión sobre el astigmatismo y los resultados refractivos generales. El concepto de posición efectiva de la lente (ELP) se explora en el contexto de diferentes enfoques quirúrgicos, incorporando la fórmula de Olsen y la fórmula de Holladay 2. Se integran perspectivas teóricas sobre el impacto de la energía de facoemulsificación, el tamaño de la

capsulorrexis y el centrado de la LIO para comprender su influencia en la previsibilidad de los resultados refractivos.

#### Factores específicos del paciente:

Se tienen en cuenta variables específicas del paciente, reconociendo la naturaleza individualizada de los resultados refractivos. El impacto de las comorbilidades oculares, como la degeneración macular y el glaucoma, se explora a través de la lente de los modelos teóricos existentes. La respuesta curativa de la córnea y las variaciones en la arquitectura de la herida se consideran a la luz de perspectivas teóricas sobre la remodelación de tejidos y la biomecánica corneal. Integrando el marco teórico de la medicina personalizada, el estudio profundiza en cómo los factores genéticos pueden contribuir a la variabilidad en los resultados refractivos.

#### Factores psicosociales y de expectativas:

El marco teórico se extiende más allá de los aspectos fisiológicos para abarcar factores psicosociales y de expectativas. Basándose en el modelo de creencias en salud, el estudio explora cómo las creencias y expectativas de los pacientes influyen en su satisfacción con los resultados refractivos. El marco teórico de los resultados informados por los pacientes destaca la importancia de incorporar las perspectivas de los pacientes en el modelo teórico, enfatizando la naturaleza subjetiva de las experiencias visuales.

#### Calidad de Visión y Visión Funcional:

En el marco se integran perspectivas teóricas sobre la calidad de la visión, incluidas métricas como la sensibilidad al contraste y las aberraciones de orden superior. El estudio explora cómo las desviaciones de los resultados refractivos específicos impactan la visión funcional y la calidad de vida. La relación de Strehl y la

función de dispersión de puntos se consideran medidas teóricas para evaluar la calidad óptica, proporcionando una lente teórica para evaluar el impacto de las sorpresas refractivas en el rendimiento visual.

### Óptica Adaptativa y Tecnologías Emergentes:

Considerando el impacto potencial de la óptica adaptativa y las tecnologías emergentes en el perfeccionamiento de la previsibilidad de los resultados refractivos. Se exploran conceptos de la óptica adaptativa, como la detección y corrección del frente de onda, en el contexto de la cirugía de cataratas, ofreciendo conocimientos teóricos sobre cómo estas tecnologías pueden mitigar las sorpresas refractivas en los años venideros.

Las principales fuentes de sorpresa refractiva posoperatoria (definidas como refracciones mayores a  $\pm 0.58$  dioptrías con respecto a lo planeado en el estado post operatorio) son errores en la biometría, como mediciones preoperatorias inexactas (longitud axial [AL] o queratometría), fórmula de cálculo de LIO, inserción de LIO y errores constantes de la lente (1). Condiciones como la enfermedad del ojo seco, la distrofia de la membrana basal epitelial, la distrofia nodular de Salzmann y el pterigión deben abordarse a fondo antes de realizar una cirugía de cataratas para optimizar la superficie ocular, obtener mediciones preoperatorias de alta calidad y, en última instancia, determinar las LIO adecuadas (2). El cálculo de la potencia de la lente intraocular para un objetivo refractivo deseado puede ser un desafío en los ojos tratados con cirugía post-refractiva, dados los frecuentes informes de casos de "sorpresas refractivas" después de la cirugía de cataratas(3). La cirugía de cataratas pediátrica se asocia con varias fuentes de error refractivo posoperatorio. Estos incluyen errores de refracción planificados basados en la edad o el estado del otro ojo, pérdida de acomodación y errores de refracción inesperados debido a imprecisiones en la técnica biométrica, uso de fórmulas de potencia de LIO basadas en valores normativos para adultos y cambios refractivos tardíos debido a un crecimiento

impredecible del ojo (4). Después de la cirugía refractiva corneal, el uso directo de los valores topográficos o queratométricos medidos, sin corrección, da como resultado un cálculo menos preciso de la potencia de la lente intraocular (LIO) requerida para la cirugía de cataratas que el cálculo en ojos vírgenes (5). Después de la cirugía refractiva con láser para la miopía, esto podría resultar en una sobreestimación del poder de la córnea y una subestimación subsiguiente del poder del LIO, lo que lleva a un resultado de hipermetropía después de la facoemulsificación (6). Por el contrario, después de la cirugía refractiva con láser para la hipermetropía, la inexactitud en la estimación del poder queratométrico podría resultar en un resultado miope después de la facoemulsificación (7); El glaucoma de pseudoexfoliación puede ser un predictor de sorpresa refractiva después de la cirugía de cataratas (8). Los errores de predicción pueden deberse al efecto reductor de la PIO de la cirugía y una ACA posoperatoria más grande de lo esperado, en presencia de debilidad zonular (9); El cálculo de la potencia de la LIO estándar utilizado en la cirugía de facoemulsificación regular fue preciso en los procedimientos de facovitrectomía en ojos con una amplia gama de AL y una amplia gama de indicaciones de vitrectomía. No se encontró tendencia hacia un cambio miope (10); Los pacientes con TED tienen un mayor riesgo de error de predicción refractiva después de la cirugía de cataratas (11). La discusión con los pacientes sobre su riesgo y la posible necesidad de anteojos después de la cirugía es importante para establecer expectativas realistas para los pacientes (12).

## CAPÍTULO 4 : CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En esta cohorte retrospectiva se estudiarán pacientes (operados de facoemulsificación de catarata más lente intraocular y operados de extracción extracapsular de catarata más lente intraocular) y se analizará el resultado refractivo post operatorio. De acuerdo a los archivos de las carpetas de programación quirúrgica se recolectarán los expedientes y se obtendrán los datos de refracción pre operatoria, lente intraocular solicitado de acuerdo al cálculo ultrasonográfico, técnica quirúrgica por la que se extrajo la catarata y resultado refractivo post operatorio.

### Tamaño de la muestra

De acuerdo con la información obtenida en la base de datos de programación quirúrgica de cirugías de cataratas del servicio de córnea y cirugía refractiva y segmento anterior del 01 de enero de 2022 a 01 de enero de 2023, del servicio de oftalmología del Hospital Regional Licenciado Adolfo López mateos.

el universo de estudio está compuesto por 240 pacientes aproximadamente, si queremos obtener un intervalo de confianza del 95%, la muestra aproximada será de 149 pacientes, con un margen de error de más menos 5%. se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{tamaño de muestra} = z^2 * (p) * (1-p) / c^2$$

### Criterios de inclusión

- Pacientes mayores de 18 años de edad
- Hombres y mujeres
- Pacientes post operados de facoemulsificación de catarata más colocación de lente intraocular.
- pacientes operados de extracción extracapsular de catarata + colocación de lente

intraocular.

### Criterios de exclusión

- Pacientes fáquicos
- Antecedente de queratoplastia penetrante en el ojo operado
- Antecedente de queratotomía radiada en el ojo operado

### Criterios de eliminación

- Pacientes que no regresaron al seguimiento postoperatorio

### Variables:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.	Expresada en el expediente médico en el apartado de la cedula de identificación.	Cuantitativa	18-99 años
Genero	Conjunto de características biológicas que caracterizan a la especie humana en hombre y mujeres.	Expresada en el expediente médico en el apartado de la cedula de identificación.	Cualitativa. Dicotómica.	Masculino. Femenino.
Comorbilidades asociadas	Existencia de una entidad clínica adicional distinta que ocurre durante el	Patología o patologías que son referidas en los antecedentes personales	Cualitativa Nominal.	- DM2 - HAS - Hipertiroidismo

	curso clínico de un paciente con una enfermedad indexada bajo estudio.	patológicos de la nota de ingreso y evolución del expediente clínico.		
Patologías oftalmológicas asociadas	Existencia de una entidad clínica oftalmológica adicional distinta que ocurre durante el curso clínico de un paciente con una enfermedad Indexada bajo estudio.	Patología o patologías que son referidas en los antecedentes personales patológicos de la nota de ingreso y evolución del expediente clínico.	Cualitativa Nominal	-Miopía -Astigmatismo -Hipermetropía -Catarata  -Antecedente de cirugía refractiva o vitreorretiniana -Glaucoma -síndrome de Pseudoexfoliación
Agudeza visual	Capacidad de diferenciar y distinguir un objeto a determinada distancia	Expresada en fracción usando cartilla Snellen	Cuantitativa continua	Siguiendo escala de 20/400, 20/200, 20/140, 20/100, 20/80, 20/60 para las peores y 20/50, 20/40, 20/30, 20/20 para las mejores agudezas visuales
Residual refractivo esférico (sorpresa refractiva)	Poder medido en dioptrías	Expresado en dioptrías (DP)	cuantitativa	Rango de 0.00 a -/+ 0.58

Tabla 0-1 Variables

## CAPÍTULO 5: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Se llevó a cabo una elección de fuentes de artículos en las principales revistas médicas de divulgación científica enfocados en errores refractivos postoperatorios en pacientes operados de catarata.

Se recolectó la información directamente de los expedientes y se vaciará en hojas de cálculo de Excel para posteriormente ser procesadas en el programa SPSS.

No se usó prueba piloto.

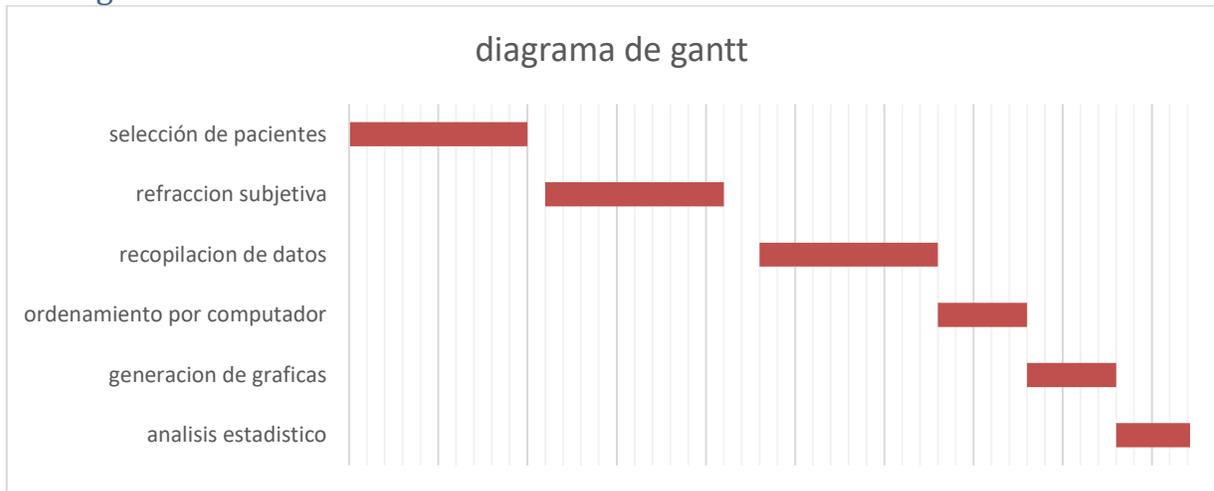
Se usó el sistema Excel para el procesamiento de los datos y la creación de tablas y gráficos. Se emplearon técnicas de la estadística descriptiva para el resumen de las variables cuantitativas (medias y desviación estándar) y para las cualitativas frecuencias absolutas y relativas (porcentaje).

Se utilizó la siguiente hoja de recolección para la base de datos

Paciente	edad	comorbilidad sistémica	comorbilidad oftalmológica	agudeza visual preoperatoria	técnica quirúrgica empleada	tipo de lente usado	refracción prequirúrgica	refracción postquirúrgica	agudeza visual final	residual deseado	residual final
a											
b											
c											
d											
e											
f											

Tabla 0-1 Formato de recolección de datos

### Cronograma de actividades:



*Ilustración 1 Diagrama de Gantt*

### Consideraciones éticas:

Este protocolo de investigación es de riesgo mínimo. Los procedimientos propuestos en este estudio están de acuerdo con las normas éticas del reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud y con la declaración de Helsinki de 1975 y con los códigos y normas internacionales vigentes de las buenas prácticas de la investigación. En la declaración de Ginebra se establece que se debe velar solícitamente por la salud del paciente. El colegio internacional de ética médica establece que el médico debe actuar solamente por el interés del paciente evitando cualquier efecto que debilite mental y físicamente. Los principios básicos para la investigación son: El respeto a las personas, beneficencia, justicia y confidencialidad, en este estudio el objetivo está encaminado al beneficio del paciente, se trata de un estudio retrospectivo en el que se tomara información de expedientes sin embargo se protegerán datos delicados y personales de los pacientes, manteniendo la

confidencialidad como regla general. De justicia este estudio ayudara a detectar los errores refractivos mas comunes en los pacientes operados de catarata y actuar sobre los factores implicados para disminuir al mínimo su presentación. Confidencialidad en este caso no se anotara ni se dará a conocer el nombre de los participantes en el estudio.

Este estudio estará basado en los tres principios previamente citados y en la declaración de Helsinki ésta última, declara que la investigación médica en seres humanos debe tener supremacía sobre los intereses de la ciencia y de la sociedad y cuyo propósito debe ser mejorar el procedimiento preventivo, diagnóstico y terapéutico dando protección a la vida bajo conocimientos científicos. Su modificación en Tokio establece que nunca se debe aceptar la tortura, nunca proporcionar facilidades instrumentales para favorecer a esa y nunca estar presentes en estudios bajo tortura. Estos principios se cumplirán mediante la carta de consentimiento informado, firmada por cada uno de los participantes.

Durante la investigación al ser meramente estadístico no se expondrá ningún ser vivo a radiaciones ionizantes y electromagnéticas, isótopos radiactivos, microorganismos patógenos o material biológico.

## **CAPÍTULO 6: PRUEBAS**

En esta cohorte retrospectiva se estudiarán pacientes (operados de facoemulsificación de catarata más lente intraocular y operados de extracción extracapsular de catarata más lente intraocular) y se analizó el resultado refractivo post operatorio. De acuerdo a los archivos de las carpetas de programación quirúrgica se recolectarán los datos de refracción preoperatoria, lente intraocular solicitado de acuerdo al cálculo ultrasonográfico, técnica quirúrgica por la que se extrajo la catarata y resultado refractivo post operatorio. la muestra aproximada será de 149 pacientes, con un margen de error de más menos 5%. Se realizó estadística descriptiva para las primeras 5 variables: Edad, Sexo, Tipo de catarata, longitud axial y queratometrías (k1,k2) (PARTE 1). Adicionalmente, para la Parte 2 se realizó estadística inferencial.

Se realizaron 3 pruebas estadísticas, las cuales se enuncian enseguida. Se realizó 1 prueba de T para muestras dependientes para evaluar si la agudeza visual de los pacientes dependió del tipo de técnica utilizada (FACO + LIO y EECC + LIO). Además, se realizaron 2 pruebas de ANOVA de un factor para analizar si la refracción postoperatoria varió en pacientes con determinada comorbilidad u operados con determinada técnica quirúrgica

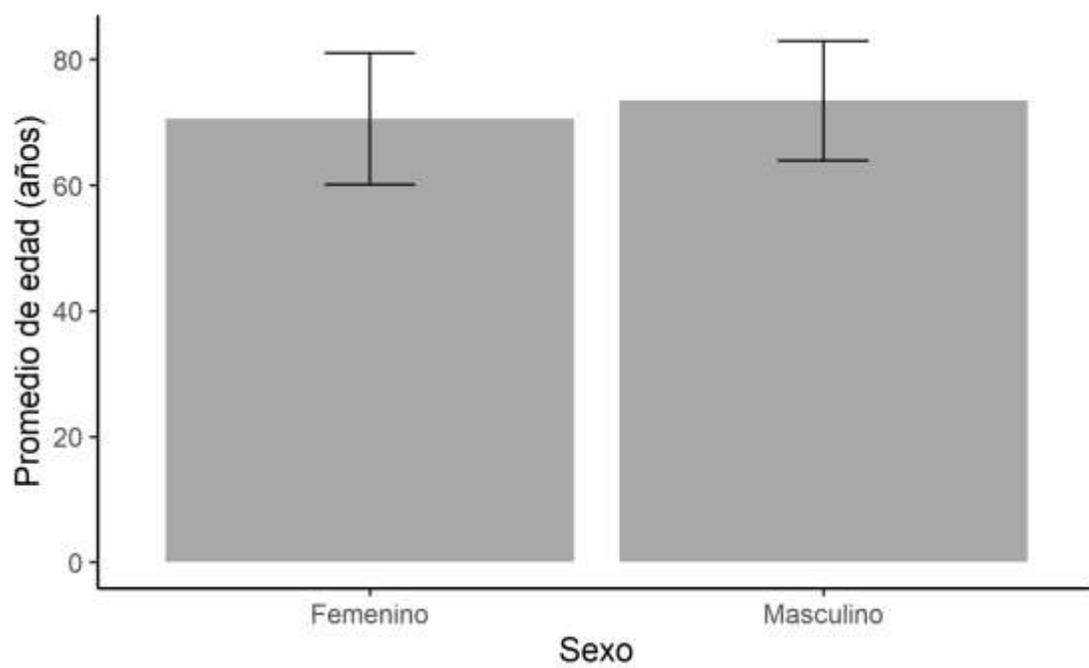
### Generalidades de las pruebas

Todos los análisis se realizaron en R (ver. 3.5.2), sin embargo, para fines prácticos se puede reportar *Statistica* o SPSS ya que arrojan los mismos resultados. Para la parte 2 de estadística inferencial se utilizó un nivel de confianza del 95%.

### Parte 1 Estadística descriptiva

#### Edad de los pacientes

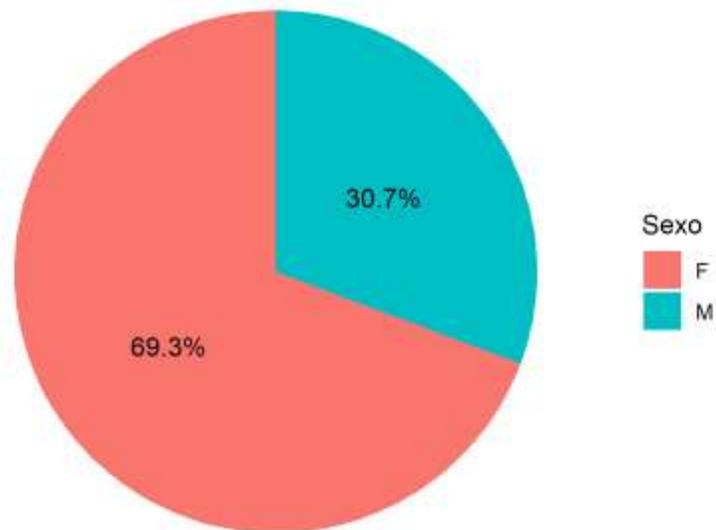
El promedio de edad de los pacientes fue de 71.46 con una desviación estándar de 10.25 años. El promedio de edad de las pacientes mujeres fue de 71 con una desviación estándar de 10.49 años. Mientras que el promedio de edad de los hombres fue de 73 con una desviación estándar de 9.5 años.



*Ilustración 2 Gráfica de edades*

## Género

El 69.29% de los pacientes fueron mujeres y el 30.71% fueron hombres.



*Ilustración 3 Distribución de género*

## Tipos de catarata

Los 3 tipos de cataratas más representativos en la muestra de pacientes fueron la subcapsular posterior grado 4 (25%), la nuclear grado 4 (21%) y la brunesciente (12.85%), mientras que el resto de tipos de catarata tuvo una incidencia menor al 11% (ver figura).

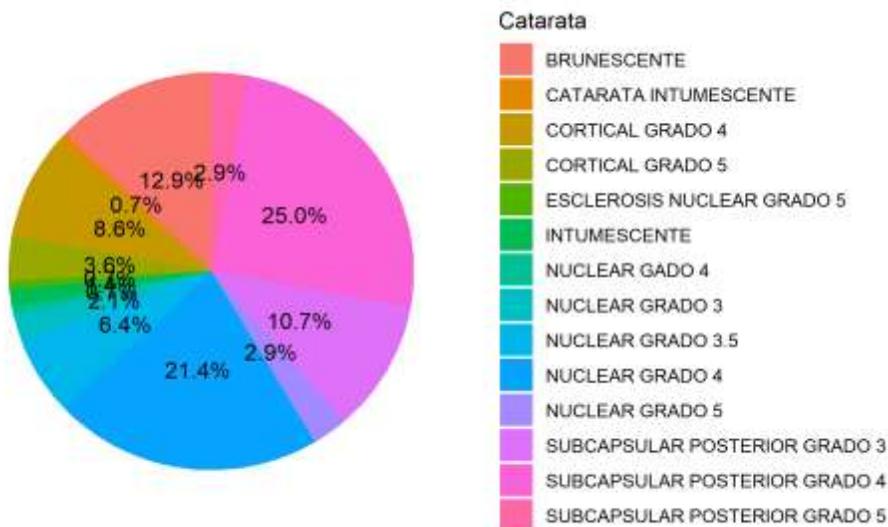


Ilustración 4 Tipos de cataratas

#### Longitud axial

El promedio de longitud axial de los pacientes fue de 23.61 con una desviación estándar de 1.44 mm

#### Queratometrías

El promedio de k1 de los pacientes fue de 43.61 con una desviación estándar de 1.31 mm, El promedio de k2 de los pacientes fue de 43.99 con una desviación estándar de 1.35 mm.

## Parte 2 Estadística inferencial

### Prueba de T

Se realizó una prueba de T para analizar si la agudeza visual difiere significativamente entre grupos de pacientes (operados con FACO o con EECC).

Sin embargo, para poder realizar la prueba de T se requiere del cumplimiento del supuesto de normalidad. En dado caso de que dicho supuesto no se cumpla, se procede a realizar el análogo no paramétrico (para datos no normales) de la prueba de T para muestras dependientes (por los datos pre y post operatorios) , es decir, la prueba de Wilcoxon para muestras dependientes.

Las pruebas que se realizaron para probar normalidad fueron Shapiro-Wilks. Si

se llegara a obtener un valor de  $P < 0.05$ , quiere decir que los datos no son normales; entonces, se procedería a realizar la prueba de Wilcoxon (porque los datos no fueron normales) ,- por no generar una distribución en forma de campana -como se mencionó con anterioridad.

#### Prueba de Wilcoxon para agudeza visual

Prueba para evaluar diferencias significativas en la *Agudeza Visual* entre los pacientes antes y después de la operación. Las hipótesis estadísticas, nula y alternativa son las siguientes:

*H<sub>0</sub> (hipótesis nula):* La media de la agudeza visual preoperatoria es igual a la agudeza visual postoperatoria.

*H<sub>a</sub> (hipótesis alternativa):* La media de la agudeza visual preoperatoria es diferente a la agudeza visual postoperatoria.

En caso de obtener un valor  $P < 0.05$ , entonces se rechazaría la hipótesis nula.

Dado que el valor de  $P$  fue de  $P < 0.001$  (el cual es menor a 0.05) entonces se comprueba la hipótesis nula, es decir, La media de la Agudeza Visual preoperatoria de 0.21 (con desviación estándar de 0.18) es significativamente inferior que la media de la Agudeza Visual postoperatoria de 1.14 (con desviación estándar de 0.14).

#### Prueba de Kruskal-Wallis (refracción post operatoria) entre distintas técnicas

Prueba para evaluar diferencias significativas en la refracción post operatoria entre los pacientes con distintas técnicas quirúrgicas, las hipótesis nula y alternativa son las siguientes:

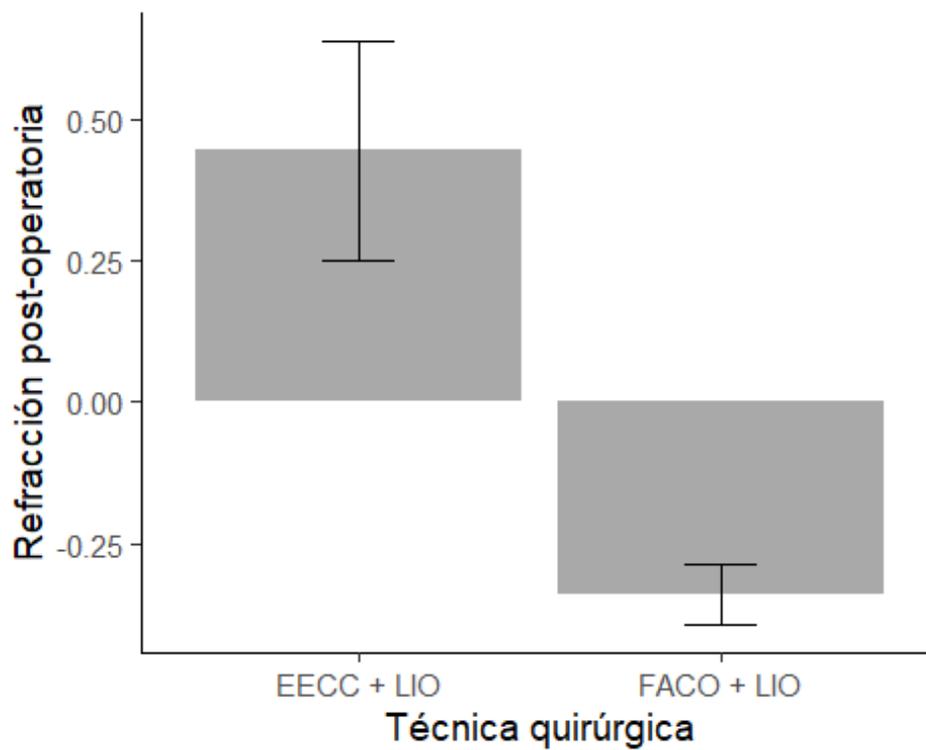
*H<sub>0</sub> (hipótesis nula):* La media de la refracción post operatoria es igual entre todos los grupos.

*H<sub>a</sub> (hipótesis alternativa):* La media de la refracción post operatoria es diferente

en al menos uno de los grupos.

En caso de obtener un valor  $P < 0.05$ , entonces se rechazaría la hipótesis nula.

Dado que el valor de  $P$  fue de  $P=0.0009$  (el cual es menor a  $0.05$ ) entonces se rechaza la hipótesis nula, es decir, La media de la refracción post operatoria es significativamente diferente entre los grupos. dicho de otra forma, existen diferencias significativas en la refracción post operatoria entre pacientes operados con distintas técnicas quirúrgicas.



*Ilustración 5 Refracción post operatoria EECC versus Faco + lio*

## CAPÍTULO 7: RESULTADOS

el promedio de edad de los pacientes fue de 71.46 con una desviación estándar de 10.25 años. el promedio de edad de las pacientes mujeres fue de 71 con una desviación estándar de 10.49 años. mientras que el promedio de edad de los hombres fue de 73 con una desviación estándar de 9.5 años

el 69.29% de los pacientes fueron mujeres y el 30.71% fueron hombres.

los 3 tipos de cataratas más representativos en la muestra de pacientes fueron la subcapsular posterior grado 4 (25%), la nuclear grado 4 (21%) y la brunescente (12.85%), mientras que el resto de tipos de catarata tuvo una incidencia menor al 11%

el promedio de longitud axial de los pacientes fue de 23.61 con una desviación estándar de 1.44 mm

los datos de *agudeza pre operatoria* no fueron normales  $w=0.98$ ,  $p=0.17$ . tampoco lo fueron los datos de *agudeza post operatoria*.

dado que el valor de  $p$  fue de  $p<0.001$  (el cual es menor a 0.05) entonces se comprueba la hipótesis nula, es decir, la media de la *agudeza visual preoperatoria* de 0.21 (con desviación estándar de 0.18) es significativamente inferior que la media de la *agudeza visual postoperatoria* de 1.14 (con desviación estándar de 0.14).

prueba para evaluar diferencias significativas en la *agudeza visual* entre los pacientes antes y después de la operación. las hipótesis estadísticas, nula y alternativa son las siguientes:

$h_0$  (hipótesis nula): la media del *la agudeza visual preoperatoria* es igual a *la agudeza visual postoperatoria*.

$h_a$  (hipótesis alternativa): la media del *la agudeza visual preoperatoria* es diferente a *la agudeza visual postoperatoria*.

dado que el valor de  $p$  fue de  $p=0.0009$  (el cual es menor a 0.05) entonces se rechaza la hipótesis nula, es decir, la media del *refracción post operatoria* es significativamente diferente entre los grupos. o dicho de otra forma, existen diferencias significativas en el *refracción post operatoria* entre pacientes operados con distintas

técnicas quirúrgicas.

## **CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Podemos observar que se encontraron diferencias significativas entre los grupos (técnica;  $p < 0.001$ ). el grupo que presentó más errores refractivos fue el de pacientes operados con EECC + lio respecto a faco + lio; sin embargo, esto a expensas de valores cilíndricos, no esféricos.

En cuanto a las comorbilidades, la más asociada a sorpresas refractivas tipo miópicas fue el grupo de pacientes con síndrome de pseudoexfoliación, además de otras como la miopía magna con dificultades en el cálculo del valor del eje anteroposterior.

Todos los pacientes incluidos en este estudio mejoraron notablemente su agudeza visual en el post operatorio y la magnitud de la sorpresa refractiva no llevo a un detrimento de la agudeza visual.

## **CAPÍTULO 9: LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio de la calidad visual en pacientes operados de catarata va mucho más allá de las sorpresas refractivas, contar con equipos capaces de analizar la topografía corneal, las aberraciones, o el segmento anterior mediante ultrabiomicroscopía y/o tomografía de coherencia óptica brindaría mucha más información respecto a este tema.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- 1** Kalyani SD, Kim A, Ladas JG. Intraocular lens power calculation after corneal refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2008;19(4):357–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/ICU.0b013e3282fec43e>
  
- 2** Lteif Y, Gatinel D. Intraocular lens power calculation after keratorefractive surgery. *J Fr Ophtalmol* [Internet]. 2008;31(3):326–34. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/s0181-5512\(08\)74814-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0181-5512(08)74814-9)
  
- 3** Van der Geest LJ, Siemerink MJ, Mura M, Mourits MP, Lapid-Gortzak R. Refractive outcomes after phacovitrectomy surgery. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2016;42(6):840–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2016.03.034>
  
- 4** Manoharan N, Patnaik JL, Bonnell LN, SooHoo JR, Pantcheva MB, Kahook MY, et al. Refractive outcomes of phacoemulsification cataract surgery in glaucoma patients. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2018;44(3):348–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2017.12.024>
  
- 5** Indaram M, VanderVeen DK. Postoperative refractive errors following pediatric cataract extraction with intraocular lens implantation. *Semin Ophthalmol* [Internet]. 2018;33(1):51–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/08820538.2017.1353812>
  
- 6** Antičić M, Ardjomand N, Sarny S, Schweighofer J, El-Shabrawi Y. “Numbers sometimes lie”- refractive surprise following IOL mislabeling by the manufacturer. *EYE* [Internet]. 2019;33(6):868–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41433-019-0367-5>

**7** Durr GM, Ahmed IIK. Intraocular lens complications: Decentration, uveitis-glaucoma-hyphema syndrome, opacification, and refractive surprises. *Ophthalmology* [Internet]. 2021;128(11):e186–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2020.07.004>

**8** Strong Caldwell A, Patnaik JL, Ackerman M, Christopher KL, Lynch AM, Singh JK. Risk of refractive prediction error after cataract surgery in patients with thyroid eye disease. *Clin Ophthalmol* [Internet]. 2021;15:4431–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.2147/OPHTH.S337360>

**9** Fram NR, Bedrood S, Durr GM, Liaboe CA, Samuelson TW, Shah M, et al. A mysterious myopic surprise. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2022;48(2):254. Available from: <http://dx.doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000000882>

**10** Venkateswaran N, Luna RD, Gupta PK. Ocular surface optimization before cataract surgery. *Saudi J Ophthalmol* [Internet]. 2022;36(2):142–8. Available from: [http://dx.doi.org/10.4103/sjopt.sjopt\\_190\\_21](http://dx.doi.org/10.4103/sjopt.sjopt_190_21)

**11** Momenaei B, Akbari MR, Tabatabaei SA, Soleimani M, Soleymanzadeh M, Fadakar K, et al. Etiology, pathogenesis, and management of acute intraocular lens opacification: a systematic review. *Int J Ophthalmol* [Internet]. 2022;15(7):1190–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.18240/ijo.2022.07.21>

**12** Rosen H, Vernon SA. Unexpected poor vision within 24 h of uneventful phacoemulsification surgery-A review. *J Clin Med* [Internet]. 2022;12(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/jcm12010048>