



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ASOCIACIÓN PARA EVITAR LA CEGUERA EN MÉXICO, I.A.P. "HOSPITAL DR LUIS
SÁNCHEZ BULNES"

**COMPARACIÓN DE LA TASA DE COMPLICACIONES EN CIRUGÍA DE
FACOEMULSIFICACIÓN EN CIRUJANOS EN ENTRENAMIENTO CON EL USO DEL
SIMULADOR QUIRÚRGICO EYESI SURGICAL.**

TESIS DE POSGRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
ESPECIALIDAD EN OFTALMOLOGÍA

PRESENTA:

DR. JAIME OSWALDO RODRÍGUEZ AVILA

ASESOR:

DR. JUAN PABLO OLIVARES DE EMPARAN

Adscrito de Microcirugía del Segmento Anterior del Ojo

Ciudad de México, Enero 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INDICE

- I. Datos generales Página 3
- II. Marco teórico Páginas 4 – 10
- III. Diseño del estudio Página 11
- IV. Metodología Páginas 10 – 15
- V. Resultados Páginas 16 – 40
- VI. Discusión Páginas 41 – 44
- VII. Conclusiones Páginas 44 – 45
- VIII. Bibliografía Páginas 45 – 46

1. Datos generales

1.1. Título. Comparación de la tasa de complicaciones en cirugía de facoemulsificación en cirujanos en entrenamiento con el uso del simulador quirúrgico Eyesi Surgical

1.2. Área de estudio. Métodos de Enseñanza

1.3. Autor principal: Dr. Jaime Oswaldo Rodríguez Avila. R4 del Servicio de Microcirugía del Segmento Anterior del Ojo, Asociación Para Evitar la Ceguera en México, I.A.P. E-mail: drinnsz@gmail.com

1.4. Asesor: Dr. Juan Pablo Olivares de Emparan. Adscrito del Servicio de Microcirugía del Segmento Anterior del Ojo, Asociación Para Evitar la Ceguera en México, I.A.P.

1.5. Co-investigadores:

Dr. Jaime Javier Soria Viteri, Adscrito del Servicio de Retina, Clínica Internacional de la Visión de Ecuador, Profesor de Posgrado de Investigación de la Universidad Católica de Guayaquil, Profesor de oftalmología en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Asesor Estratégico para el IAPB (International Agency for the Prevention of Blindness)

Dr. Jesús Alejandro Toledo Martínez. R2 de Oftalmología, Asociación Para Evitar la Ceguera en México, I.A.P.

1.6. Departamentos participantes: Microcirugía del Segmento Anterior del Ojo

1.7. Instituciones participantes. Asociación Para Evitar la Ceguera en México I.A.P.
"Dr. Luis Sánchez Bulnes"

2. Marco teórico

2.1. Síntesis del proyecto.

El objetivo del estudio es evaluar los parámetros del simulador quirúrgico y comparar el impacto en la tasa de complicaciones en cirugía de facoemulsificación en la era pre y post uso del simulador quirúrgico Eyesi Surgical en residentes de segundo año al mes, 6 meses y 12 meses.

Fue un estudio retrospectivo, longitudinal, observacional, analítico de casos y controles que incluyó a los residentes de 2do año de la APEC en el período comprendido de Marzo del 2018 a Febrero de 2019 como grupo de casos con 18 sujetos, y en el período de Marzo del 2008 a Febrero del 2009 como grupo de controles con 16 sujetos.

Las variables del Eyesi 3.1® fueron las horas de entrenamiento, score y avance. Se incluyeron las cirugías de facoemulsificación realizadas por residentes de 2do año del grupo de casos y se capturó, complicación intraoperatoria y tipo de complicación. Se evaluaron los datos al mes y a los 6 meses. Para el análisis estadístico del porcentaje de avance, horas de entrenamiento y score total del simulador de cada residente se le realizó una correlación de Pearson con la frecuencia y tipo de complicaciones durante la cirugía de catarata.

Para el análisis estadístico de la comparación de tasa de complicaciones entre grupos al mes, 6 meses y 12 meses, se evaluaron el número total de cirugías, número y tipo de complicaciones y tiempo quirúrgico total. Se calcularon la media, desviación estándar y porcentaje de las variables cuantitativas, se llevó a cabo la prueba U de Mann Whitney para diferentes poblaciones y se calculó la p, considerándose un valor ≤ 0.05 estadísticamente significativo, también se calculó la razón de momios para la complicación más frecuente encontrada.

Se evaluaron 18 residentes de 2do año de la APEC en el período comprendido de Marzo del 2018 a Febrero de 2019 (grupo de casos), al primer mes, un mayor score total del Eyesi se asoció estadísticamente a menor frecuencia de Ruptura de capsula posterior (RCP). Al sexto mes, una mayor calificación, progresión y score total en el simulador se asoció estadísticamente a menor frecuencia de complicaciones y de RCP en la facoemulsificación. Se encontró una disminución de la frecuencia de complicaciones de 14.8% estadísticamente significativo entre el

primer y sexto mes. La cantidad de horas de entrenamiento en el simulador no se asoció a menor frecuencia de complicaciones quirúrgicas.

En el análisis comparativo entre grupos se evaluaron a los residentes de 2do año de la APEC en el período comprendido de Marzo del 2018 a Febrero de 2019 (grupo de casos: 18 sujetos) y en el período de Marzo del 2008 a Febrero del 2009 (grupo de controles: 16 sujetos), al primer mes no existió diferencia en el número de complicaciones ni en el tiempo quirúrgico entre los grupos. A los 6 meses se encontró una diferencia entre ambos grupos para en número de complicaciones que favoreció al grupo control, tanto en complicaciones totales como en RCP. El análisis de los datos al año de entrenamiento, no mostró diferencias en la tasa de complicaciones totales, sin embargo encontramos una diferencia en la media de RCP que favoreció al grupo de casos. El porcentaje de RCP en el grupo de casos a los 12 meses fue de 9.94% y en el grupo control de 14.84%, encontrándose como la complicación más frecuente en ambos grupos. La razón de momios para la RCP fue de 0.63 con un intervalo de confianza del 95% (0.4-0.99).

En conclusión, el score, calificación y progreso del simulador quirúrgico son factores predictores del desempeño en cirugía de facoemulsificación en residentes. El entrenamiento en el simulador podría mejorar de manera significativa las habilidades quirúrgicas de los residentes y así, disminuir la frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata y acortar la curva de aprendizaje, haciéndolo una herramienta de suma importancia para los programas de residencia en oftalmología. La comparación entre grupos demostró que el entrenamiento en simulador disminuye tasa de RCP durante el primer año de entrenamiento en facoemulsificación. La razón de momios confirma que el uso de simulador es un factor protector para el desarrollo de RCP.

2.2. Antecedentes.

La catarata es la causa número 1 de ceguera reversible en el mundo, por lo que la cirugía de catarata con técnica de facoemulsificación es la cirugía más realizada en Oftalmología a nivel mundial, por tal motivo es parte importante del entrenamiento residentes de esta especialidad (1,2). La curva de aprendizaje en cirugía de catarata requiere al menos 80 cirugías de facoemulsificación (2), sin embargo la cantidad de cirugías de catarata con técnica de facoemulsificación realizada por

residentes varía de manera importante según las instituciones entre 10-200 (1,2). En nuestra institución un residente durante sus 3 años de entrenamiento realiza en promedio 80 cirugías de catarata con técnica de facoemulsificación (con un rango de 50 a 100). La tasa de complicaciones con esta técnica quirúrgica es mayor cuando es realizada por residentes en entrenamiento, siendo de 3.8 a 10.2%, ya que requiere destreza quirúrgica bimanual, manejo de la profundidad para trabajar de manera intraocular, manejo de los pedales del microscopio y de la máquina de facoemulsificación (3). Las complicaciones intra-operatorias más comunes entre los residentes son ruptura de capsula posterior (RCP) con un rango de 3.4 a 9.6% y prolapso vítreo de 1.8 a 10.2% (2). La cirugía de catarata realizada por residente se ha identificado como un riesgo independiente para RCP (3).

Se han diseñado diferentes programas de entrenamiento para residentes previo a iniciar con cirugía de facoemulsificación, como ser entrenamiento de cirugía en ojo de cerdo, visualización de videos, ayudantías en cirugías de facoemulsificación, sin embargo ninguno de estos métodos esta estandarizado o ha demostrado tener menor índice de complicaciones al momento de realizar la cirugía en paciente real, además estos métodos no son efectivos para todos los residentes, tienen limitaciones prácticas y la tasa de complicaciones sigue siendo alta cuando esta cirugía es realizada por residentes en entrenamiento, agregado a esto cada institución tiene su propio programa de entrenamiento quirúrgico y no existe un número mínimo de cirugías que debe cumplir un residente para considerar que su entrenamiento ha sido óptimo.

El uso de simuladores quirúrgicos en residentes en entrenamiento ofrece potencialmente mejorar los resultados en la destreza quirúrgica y reducir la tasa de complicaciones en residentes de oftalmología (1,2,3,4,5). Recientemente en el año 2002 se introdujo el sistema Eyesi®, el cual es un simulador quirúrgico con diferentes niveles de entrenamiento para cirugía de facoemulsificación, sin embargo, el costo de este equipo lo hace de difícil acceso para la mayoría de las instituciones en el país.

El simulador quirúrgico de Eyesi® (VRMagic Holding AG, Mannheim, Alemania), está compuesto por un sistema de cómputo conectado a una cabeza de maniquí con un ojo virtual y 2 pedales para controlar la máquina de facoemulsificación y el

microscopio que provee imagen estereoscópica tridimensional, lo que simula de manera importante al uso del microscopio quirúrgico, manejo de la profundidad de cámara anterior y control de la máquina de facoemulsificación (3). Diferentes estudios han demostrado la utilidad de este equipo con sus módulos de anti-temblor y fórceps, así mismo para la capsulorrexis y entrenamiento de facoemulsificación (2,6), sin embargo existe controversia y poca evidencia que demuestre que este método mejora la habilidad quirúrgica y disminuye la tasa de complicaciones en cirugía real de catarata con técnica de facoemulsificación realizada por residentes. Nuestro programa de entrenamiento quirúrgico de residentes, incluye el uso de wet-labs, ayudantías, supervisión quirúrgica y cirugía experimental con ojos de cerdo, sin embargo hace aproximadamente 4 años, nuestra institución incluyó al programa de entrenamiento quirúrgico el simulador Eyesi 3.1® , motivo por el cual tenemos la oportunidad de valorar el impacto del entrenamiento en el simulador quirúrgico en la disminución de la frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata realizada por residentes en entrenamiento.

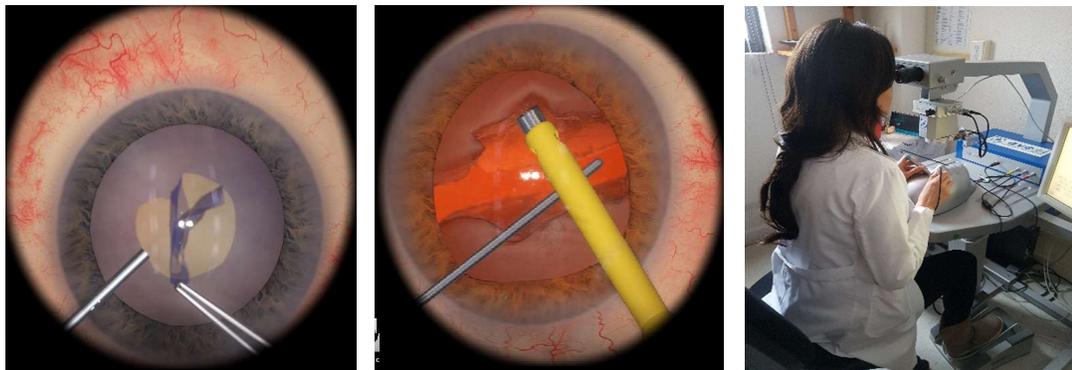


Imagen 1. A y B. Módulos de entrenamiento del simulador quirúrgico (A. Capsulorrexis circular continua) y (B. Stop&Chop). C. Simulador quirúrgico Eyesi 3.1®

2.3. Justificación.

En la actualidad, no existe ningún método estandarizado para entrenamiento de cirugía de catarata con técnica de facoemulsificación para los residentes de oftalmología, siendo esta la cirugía más realizada por residentes de esta especialidad y misma que tiene un índice alto de complicaciones cuando es realizada por cirujanos en entrenamiento.

En nuestra institución desde hace 4 años contamos con el sistema Eyesi 3.1®, el cual es un simulador quirúrgico con diferentes niveles de entrenamiento para cirugía de facoemulsificación, sin embargo existe controversia sobre su beneficio y poca evidencia que demuestre mejora en la habilidad quirúrgica y/o disminución de la frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata realizada por residentes.

Es indispensable contar con un método de entrenamiento estandarizado que demuestre que mejora la habilidad quirúrgica en los residentes y de esta manera poder disminuir la frecuencia de complicaciones intraoperatorias en cirugía de catarata, motivo por el cual el objetivo principal de este estudio es evaluar si el entrenamiento en el simulador quirúrgico disminuye la frecuencia de complicaciones en residentes de 2do año de oftalmología que inician con esta técnica quirúrgica.

2.4. Planteamiento del problema.

¿El entrenamiento en el simulador quirúrgico disminuye la frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata con técnica de facoemulsificación en residentes de oftalmología?

2.5. Objetivos e hipótesis

2.5.1. Objetivos.

2.5.1.1. Objetivos Generales. Comparar los parámetros del simulador quirúrgico Eyesi 3.1 ® con la frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata con técnica de facoemulsificación en residentes de 2do año en el grupo de casos al mes y a los 6 meses.

Comparar el impacto en la tasa de complicaciones en cirugía de facoemulsificación en la era pre y post uso del simulador quirúrgico Eyesi® Surgical en residentes de segundo año entre el grupo de casos y el de controles al mes, 6 meses y 12 meses.

2.5.1.2. Objetivos Específicos.

- Determinar si un mayor score en el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® se asocia a menor frecuencia de complicaciones en cirugía de facoemulsificación al mes y seis meses en el grupo de casos.
- Comparar si el porcentaje de avance en el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® se asocia a menor frecuencia de complicaciones en cirugía de facoemulsificación al mes y seis meses en el grupo de casos.
- Determinar si mayor cantidad de horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® se asocia a menor frecuencia de complicaciones en cirugía de facoemulsificación al mes y seis meses en el grupo de casos.
- Determinar si el score total, calificación, porcentaje de progresión y horas de entrenamiento del simulador quirúrgico Eyesi 3.1® presentan interacción en disminuir la cantidad de complicaciones en cirugía de facoemulsificación a los seis meses en el grupo de casos.
- Comparar el número total de cirugías entre el grupo de casos y el de controles al mes, 6 y 12 meses.
- Comparar el número total de complicaciones entre el grupo de casos y el de controles al mes, 6 y 12 meses.
- Comparar el número total de RCP entre el grupo de casos y el de controles al mes, 6 y 12 meses.
- Comparar el tiempo quirúrgico total entre el grupo de casos y el de controles al mes, 6 y 12 meses.
- Determinar el porcentaje de RCP a los 12 meses en el grupo de casos y el de controles.
- Determinar la razón de momios para RCP a los 12 meses

2.5.2. Hipótesis.

2.5.2.1. Hipótesis general: Un mejor rendimiento en los parámetros del simulador quirúrgico Eyesi 3.1® se relaciona con menor frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata al mes y seis meses.

El uso del simulador quirúrgico Eyesi ® Surgical como método de entrenamiento en residentes de segundo año de oftalmología en la APEC disminuye la tasa de complicaciones en cirugía de facoemulsificación.

2.5.2.2. Hipótesis específicas.

- Un mayor score en el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® se asocia a menor frecuencia de complicaciones en cirugía de facoemulsificación en el grupo de casos.
- Un mayor avance en el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® se asocia a una menor frecuencia de complicaciones en cirugía de facoemulsificación en el grupo de casos.
- Más horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® se asocia a menor frecuencia de complicaciones en cirugía de facoemulsificación en el grupo de casos.
- Existe interacción entre las variables del simulador quirúrgico Eyesi 3.1® en disminuir la frecuencia de complicaciones en cirugía de facoemulsificación en el grupo de casos.
- Un mayor número de cirugías se asocia a una menor tasa de complicaciones en cirugía de facoemulsificación entre el grupo de casos y controles.
- El grupo de casos al recibir entrenamiento con el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® presentará menor número de complicaciones.
- El grupo de casos al recibir entrenamiento con el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® presentará menor número de RCP.
- El grupo de casos al recibir entrenamiento con el simulador quirúrgico Eyesi 3.1® presentará menor tiempo quirúrgico.
- El porcentaje de RCP a los 12 meses será menor en el grupo de casos que en el de controles.
- La razón de momios a los 12 meses presentará un factor protector para RCP con el uso del simulador quirúrgico Eyesi 3.1®

3. Diseño del estudio.

Fue un estudio retrospectivo, longitudinal, observacional, analítico de casos y controles.

4. Metodología

4.1. Lugar y duración. Asociación Para Evitar la Ceguera en México, I.A.P. “Hospital Dr. Luis Sánchez Bulnes” (APEC)

Inicio: Marzo 2019

Termino: Enero 2020

4.1.1 Población: Residentes de 2do año de oftalmología de la APEC, en el período comprendido de Marzo del 2018 a Febrero de 2019 como grupo de casos con 18 sujetos, y en el período de Marzo del 2008 a Febrero del 2009 como grupo de controles con 16 sujetos.

4.1.2 Unidad de observación. Residente.

4.1.3 Universo. Los residentes de oftalmología que estén entrenándose en técnica de facoemulsificación para cirugía de catarata.

4.1.4 Método de muestreo. Reclutamiento Consecutivo.

4.1.5 Obtención de la población. Lista de residentes de 2do año de la APEC obtenida del departamento de enseñanza. Para conseguir la información de las cirugías se obtuvo la lista de cirugías de facoemulsificación realizadas por residentes de 2do año a través del departamento de sistemas de la APEC. Finalmente se obtuvo el registro de resultados del simulador quirúrgico del Eyesi 3.1 ®.

4.1.6 Criterios de inclusión.

Residentes de 2do año de oftalmología de la APEC, en el período comprendido de Marzo del 2018 a Febrero de 2019 como grupo de casos con 18 sujetos, y en el período de Marzo del 2008 a Febrero del 2009 como grupo de controles con 16 sujetos.

4.1.7 Criterios de exclusión.

Residentes que abandonen el programa de oftalmología de la APEC o que no cumplan con un mínimo de 10 cirugías de facoemulsificación al final del estudio. Se excluirán los datos de cirugías de cataratas duras (opacidad nuclear igual o mayor a 4 según LOCS III), congénitas, traumáticas,

intumescentes, con pseudoexfoliación, facodonesis, subluxación de cristalino o sinequias. También se excluyeron los datos de los pacientes con ojos únicos, pobre dilatación, longitud axial mayor a 26 mm o menor a 23 mm, cirugías programadas con lente multifocal o tórico, con antecedente de cirugía de retina o en combinación con esta, opacidad corneal o alguna situación que agregue algún grado de complejidad a la cirugía de facoemulsificación.

4.2. Variables en estudio.

4.2.1. Variable(s) principal(es) de desenlace.

Nombre de la variable	Independiente o Dependiente	Tipo de variable:	Unidad de medición	Instrumento de Medición o fuente	Momento de la medición
Complicaciones intra-operatorias	Dependiente	Cuantitativa continua	Frecuencia	Expediente electrónico	Posquirúrgico inmediato al mes y 6 meses
Tipo de complicaciones	Dependiente	Cualitativa nominal	Ruptura de capsula posterior, desgarro de la cápsula anterior, luxación de cristalino a cavidad vítrea, iridodialis, zonulodialis, desprendimiento de descemet, ruptura de IOL y hemorragia expulsiva	Expediente electrónico	Posquirúrgico inmediato al mes, 6 meses y 12 meses

Score del simulador	Independiente	Cuantitativa continua	Puntos	Simulador quirúrgico Eyesi 3.1 ®	Al mes y a los 6 meses
% Avance del simulador	Independiente	Cuantitativa continua	Porcentaje	Simulador quirúrgico Eyesi 3.1 ®	Al mes y a los 6 meses

Horas del simulador	Independiente	Cuantitativa continua	Horas	Simulador quirúrgico Eyesi 3.1 ®	Al mes y a los 6 meses
Edad del residente	Independiente	Cuantitativa continua	Años	IFE	Al inicio del estudio
Genero del residente	Independiente	Cualitativa nominal	Femenino Masculino	IFE	Al inicio del estudio

4.3. Tamaño de la muestra.

Para el tamaño de la muestra se incluyó a todos los residentes de 2do año de la APEC realizando su programa de entrenamiento durante el periodo de marzo 2008 a febrero 2009 (grupo controles) y marzo 2018 a febrero 2019 (grupo casos), 16 y 18 residentes respectivamente.

Se escogió la fórmula de cálculo de tamaño de muestra de comparación de medidas repetidas de un solo grupo: (<http://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v2n8/v2n8a7.pdf>). Al despejar esta fórmula y usando los datos del primer mes donde la desviación estándar de las complicaciones fue de ± 0.984 , la S2 es de 0.968, $Z_{\alpha/2}$ (2 colas) es de 1.96, β de 0.2 y con una población de 18 residentes se podría encontrar una d (porcentaje de diferencias de los grupos) de 0.6 (60%). Estos datos se calcularon usando Calculadora de Grandària Mostral GRANMO (<https://www.imim.cat/ofertadeserveis/software-public/granmo/>).

4.4. Método y análisis estadístico.

Se incluyó al estudio a todos los residentes de 2do año de oftalmología de la Asociación Para Evitar la Ceguera en México, no se usó ningún método de aleatorización. Las variables a estudiar fueron obtenidas del Eyesi 3.1 ®, estas

fueron las horas de entrenamiento, calificación, score y porcentaje de avance del simulador que lleva cada residente al mes y a los 6 meses en su segundo año de residencia, teniendo en cuenta que el entrenamiento del simulador quirúrgico inició desde el 2do mes del primer año de residencia. En cuanto a la cirugía, se revisaron los expedientes de todas las cirugías de facoemulsificación al mes y a los 6 meses, realizadas en su totalidad por residentes de 2do año y asistidas por un médico adscrito de segmento anterior. Se excluyeron cataratas duras (opacidad nuclear igual o mayor a 4 según LOCS III), congénitas, traumáticas, intumescientes, con pseudoexfoliación, facodonesis, subluxación de cristalino o sinequias, también se excluyeron pacientes con ojos únicos, pobre dilatación, longitud axial mayor a 26 mm o menor a 23 mm, cirugías programadas con lente multifocal o tórico, con antecedente de cirugía de retina o en combinación con esta, opacidad corneal o alguna situación que agregue algún grado de complejidad a la cirugía de facoemulsificación. Se capturaron las complicaciones intra-operatorias y tipo de complicación.

Los datos del Eyesi 3.1® fueron obtenidos del mismo equipo en formato pdf de cada residente de 2do año, las variables a estudiar de este reporte se traspasaron a una Hoja de datos de Microsoft Excel®. Los expedientes de cirugías de facoemulsificación realizadas por los residentes de 2do año, fueron obtenidos mediante el sistema electrónico del hospital, realizando la búsqueda por nombre del residente como cirujano y filtrando el número de expediente por cirugía de facoemulsificación. Se traspasaron las variables a estudiar a una base de datos de Microsoft Excel®. Luego la información se la tabuló y codificó para posteriormente hacer la limpieza de datos y ser pasada al programa de SPSS versión 19®.

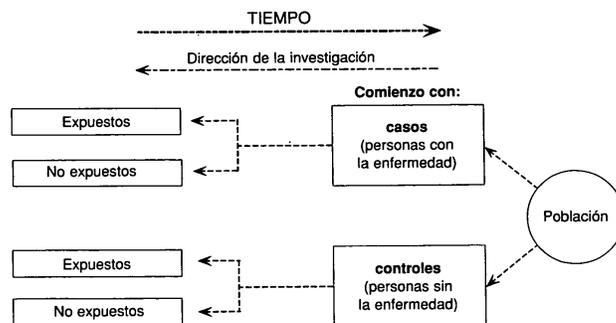
Para las variables basales y demográficas se calculará la frecuencia y porcentaje para las variables cualitativas; mientras que para las variables cuantitativas se calculará la media y desviación estándar.

Para el análisis estadístico inferencial se calculará el r y valor p con la prueba estadística de correlación de Pearson.

Al porcentaje de avance, las horas de entrenamiento y el score total del simulador que lleva cada residente se le realizará una correlación de Pearson con la frecuencia y tipo de complicaciones que presentaron durante la cirugía de catarata. Estos análisis se realizarán al mes de iniciar el segundo año de residencia y se

volverán a evaluar a los 6 meses para relacionar si la progresión en el simulador quirúrgico se correlaciona con la frecuencia de aparición de complicaciones durante la cirugía de facoemulsificación en residentes en entrenamiento. Se considerará un valor p significativa menor a 0.05.

Para el análisis comparativo se realizará la revisión de expedientes clínicos de todas las cirugías de facoemulsificación que cumplieron con los criterios de selección, realizadas en su totalidad por R2 en ambos grupos, capturándose el número y tipo de complicación. Se realizó una base de datos en Microsoft Excel®. Se calcularon la media, desviación estándar y porcentaje de las variables cuantitativas, se llevó a cabo la prueba U de Mann Whitney para diferentes poblaciones y se calculó la p, considerándose ≤ 0.05 estadísticamente significativa. Se calculó la razón de momios para la complicación más frecuente encontrada según el siguiente esquema:



4.5. Aspectos éticos

4.5.1. Consentimiento informado.

Todos los residentes firmaron un consentimiento informado previo a la recolección de datos. El formato del consentimiento informado se adjunta en Anexos.

4.5.2. Anonimato

Todos los datos se manejarán de forma anónima y no se compartirán estos datos.

5. Resultados

Para el grupo de casos se evaluaron en total a 18 residentes de 2do año de la Asociación Para Evitar la Ceguera en México, de estos el 100% de los residentes terminaron el periodo de seguimiento de 6 meses. De estos 8 eran de sexo femenino (44%) y 10 eran de sexo masculino (56%).

En cuanto a las horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico en el primer corte (al 1er mes de iniciar el 2do año de residencia) tuvieron un promedio de 12.66 con un rango de 6.5 – 20.7 horas, el porcentaje de progreso fue de 72.28 con un rango de 44 a 94 y un score total de 24026.94 puntos con un rango de 14858 a 29924. (Tabla 1 y Gráfico 1- 4)

Tabla 1.- Estadística descriptiva de los parámetros del simulador quirúrgico de los residentes de 2do año al primer mes

	Tamaño	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Error típico	Desviación estandar
Horas de entrenamiento al 1er mes	18	14.2	6.5	20.7	12.661	.7818	3.3170
Porcentaje de Progreso al 1er mes	18	50	44	94	72.28	3.448	14.628
CAT A (Anterior Chamber Navigation) al 1er mes	18	914	5433	6347	5994.28	52.773	223.895
CAT B (Navigation, CCC, stop & chop, iol) al 1er mes	18	632	8308	8940	8569.17	43.538	184.716
CAT C (CCC, divide & conquer, chop, IA, Torics) al 1er mes	18	7327	555	7882	6768.28	429.110	1820.559
CAT D (CCC, debilidad zonular, casos variados, catatara blanca, placas capsula) al 1er mes	18	6852	0	6852	2695.22	626.742	2659.039
Score total al 1er mes	18	15066	14858	29924	24026.94	968.479	4108.907
Número de valores válidos	18						

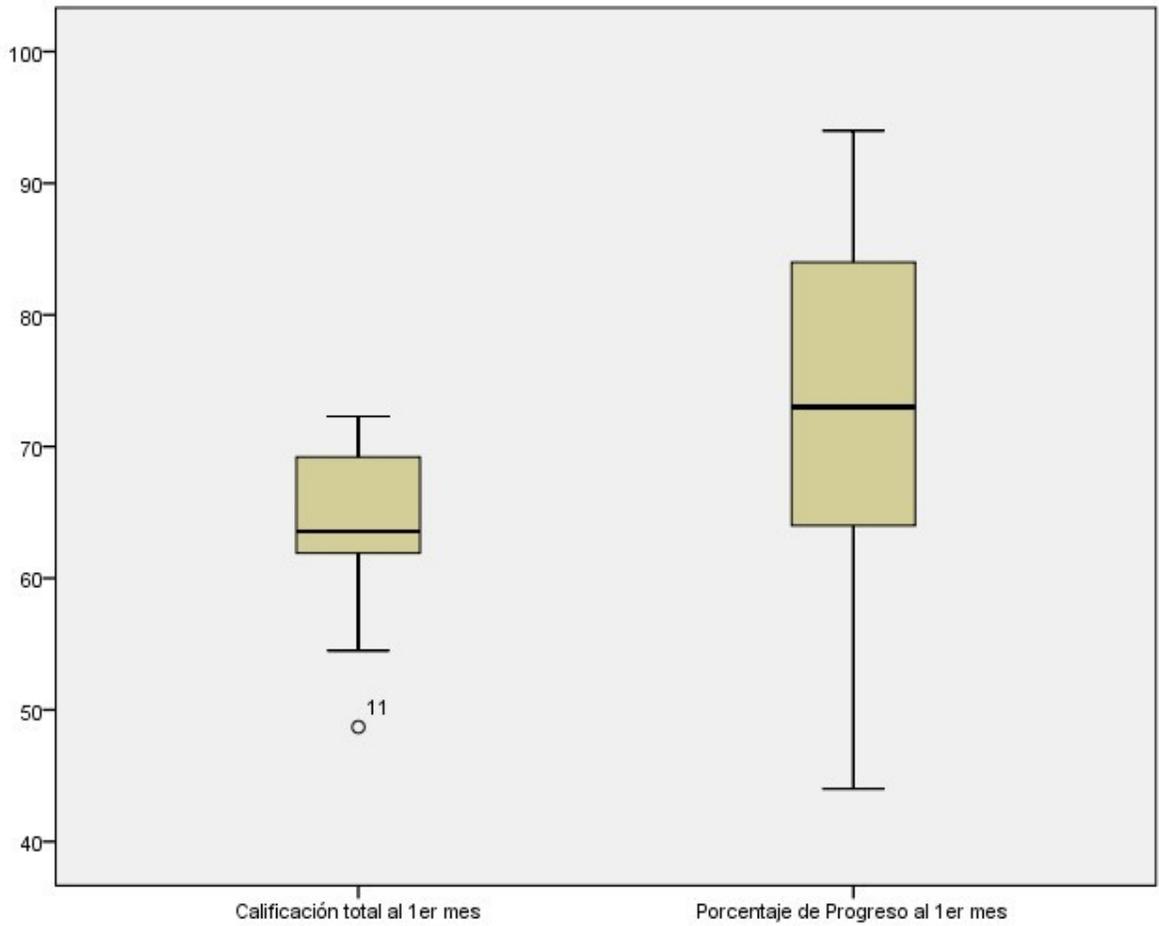


Gráfico 1.- Diagrama de cajas de las variables de calificación total y porcentaje de progresión al primer mes.

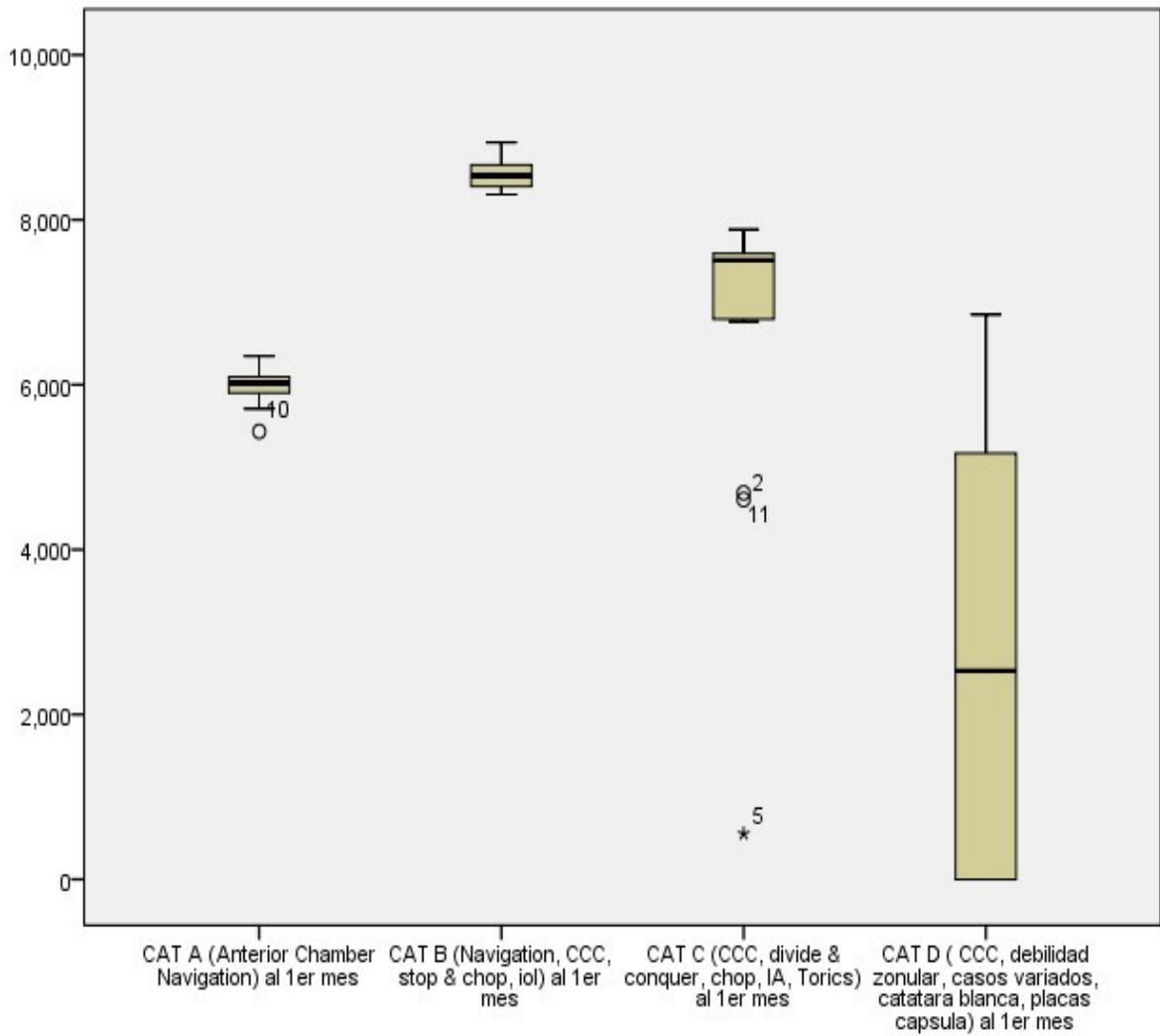


Gráfico 2.- Diagrama de cajas de los resultados de los módulos CAT A, B, C, y D del simulador al 1er mes

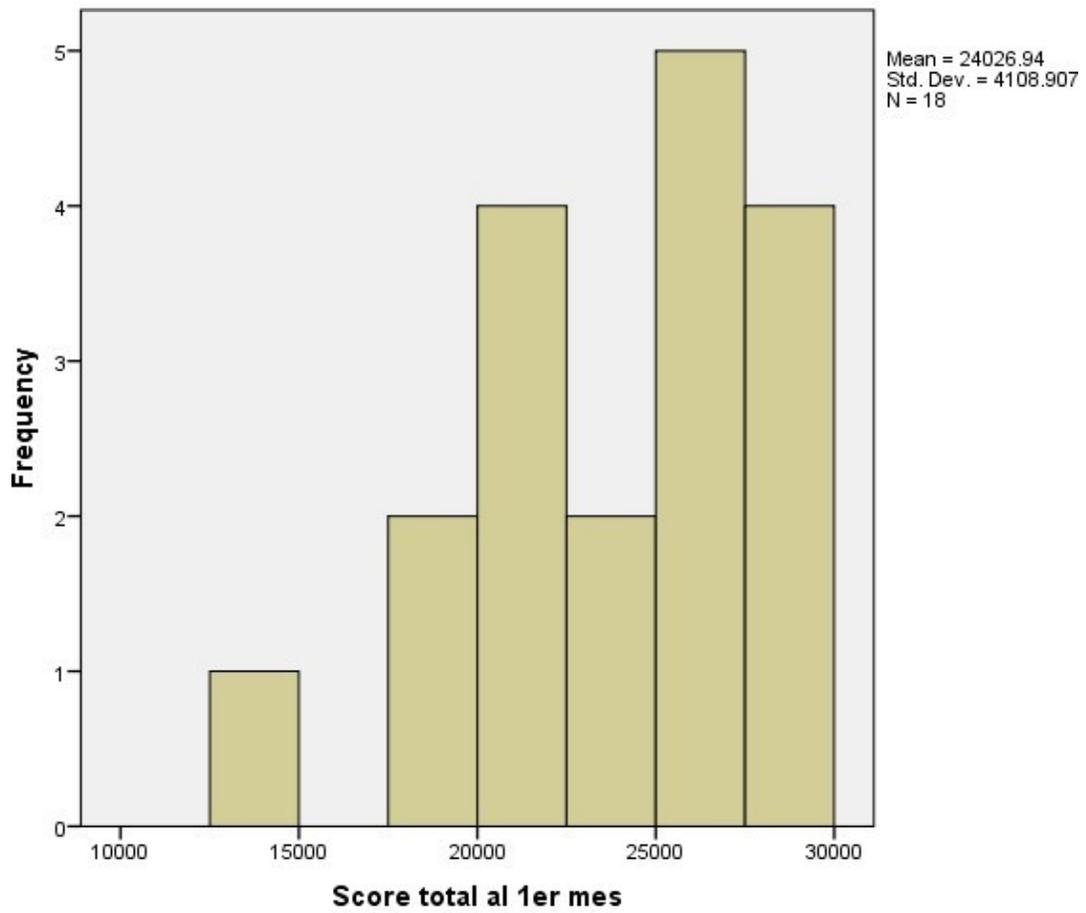


Gráfico 3.- Histograma del Score total del simulador quirúrgico al 1er mes

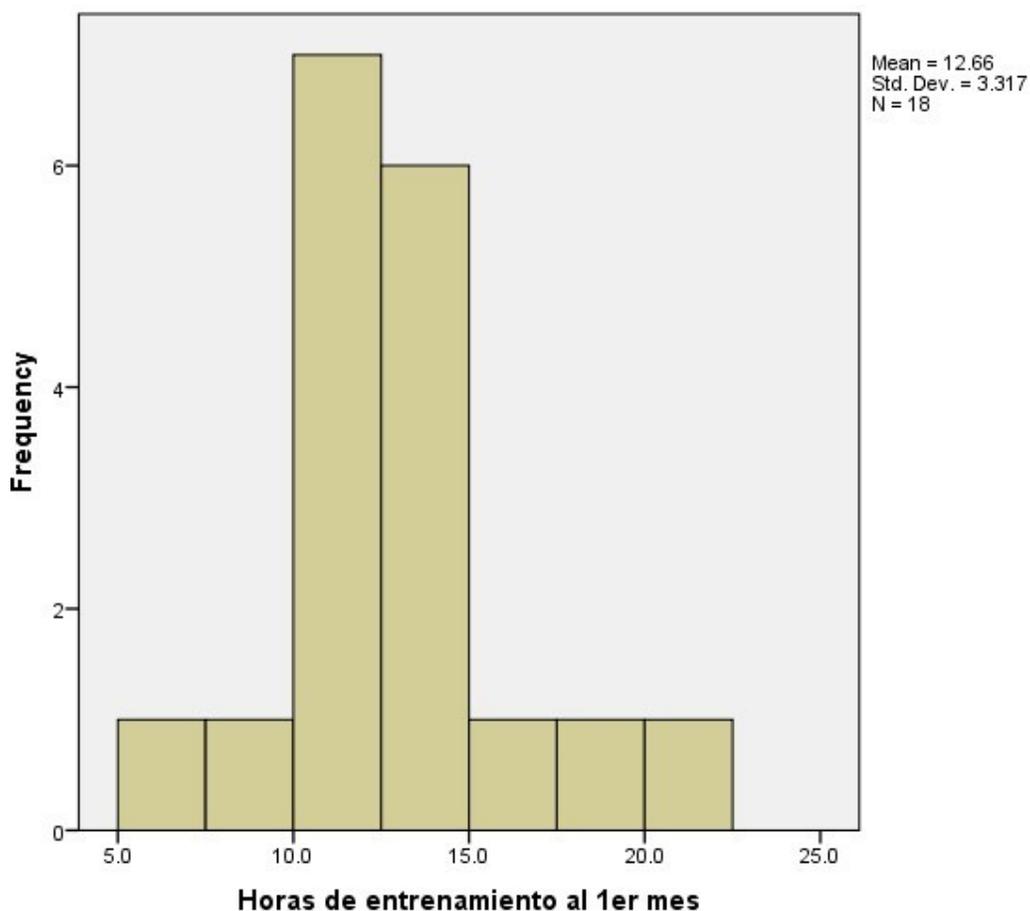


Gráfico 4.- Histograma de las horas de entrenamiento en el simulador al 1er mes

En cuanto a la cirugía en el 1er mes, realizaron en promedio 6.06 cirugías de facoemulsificación cada residente con un rango de 2 a 11, de estas con un promedio de complicaciones intra-operatorias de 1.44 (24%) por residentes, con un rango de 0 a 3. En total durante el primer mes se realizaron 109 cirugías y se presentaron 26 complicaciones quirúrgicas (23.9% de los casos operados). Dentro de las complicaciones, la más frecuente fue ruptura de cápsula posterior (RCP) con un promedio de 0.89, con rango de 0 a 3 casos de RCP por residente. Otras complicaciones presentadas fueron, luxación de cristalino a cavidad vítrea, zonulodiálisis, desgarro de cápsula anterior, desprendimiento de descemet y ruptura del lente intraocular (IOL). (Tabla 2 y 3, Gráfico de 5 a 7)

Tabla 2.- Estadística descriptiva de la cantidad de los operados y sus complicaciones al primer mes

	Tamaño	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Error típico	Desviación Estandar
Número de cirugías de catarata al 1er mes	18	9	2	11	6.06	.563	2.388
Ojos derechos operados al 1er mes	18	8	0	8	3.28	.516	2.191
Ojos izquierdos operados al 1er mes	18	5	0	5	2.78	.308	1.309
Complicaciones en 1er mes	18	3	0	3	1.44	.232	.984
Valid N (listwise)	18						

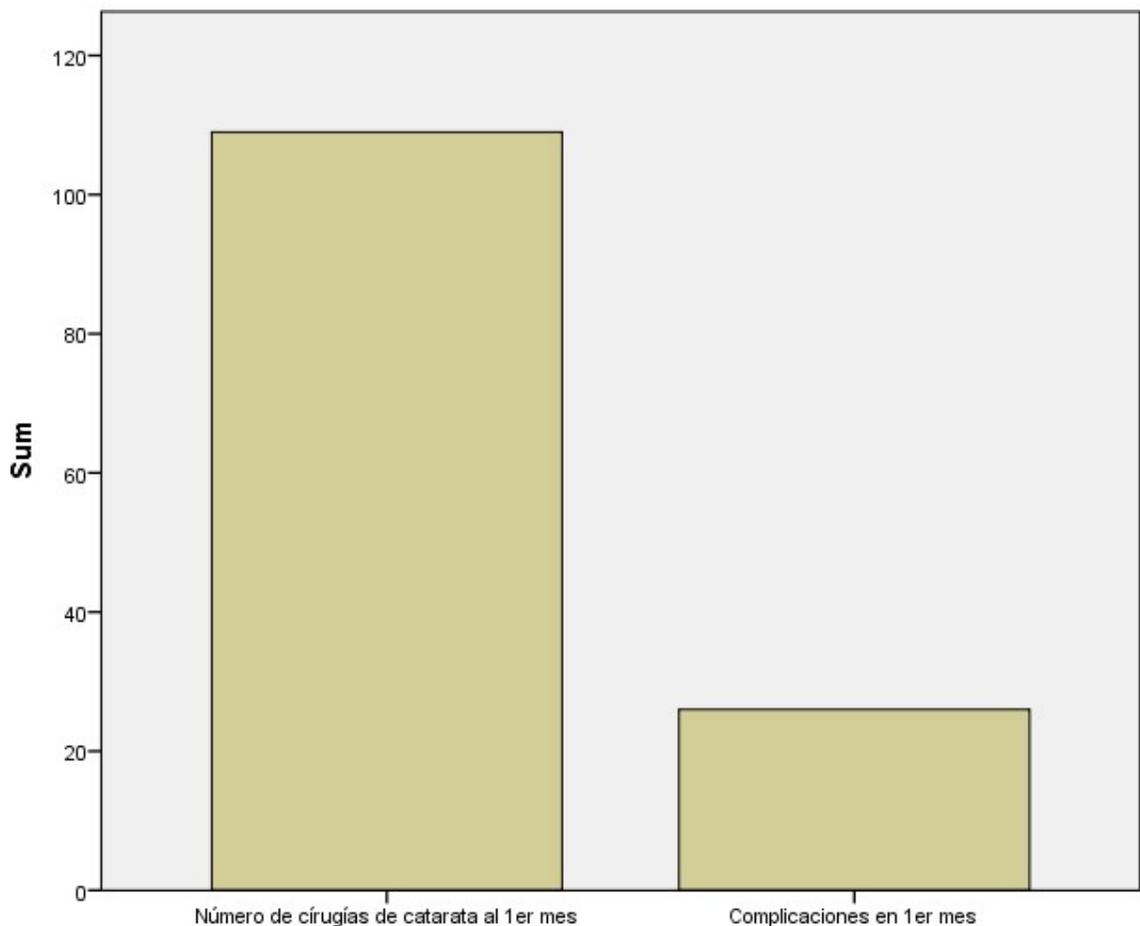


Gráfico 5.- Diagrama de barras del número de cirugías de cataratas y complicaciones al primer mes

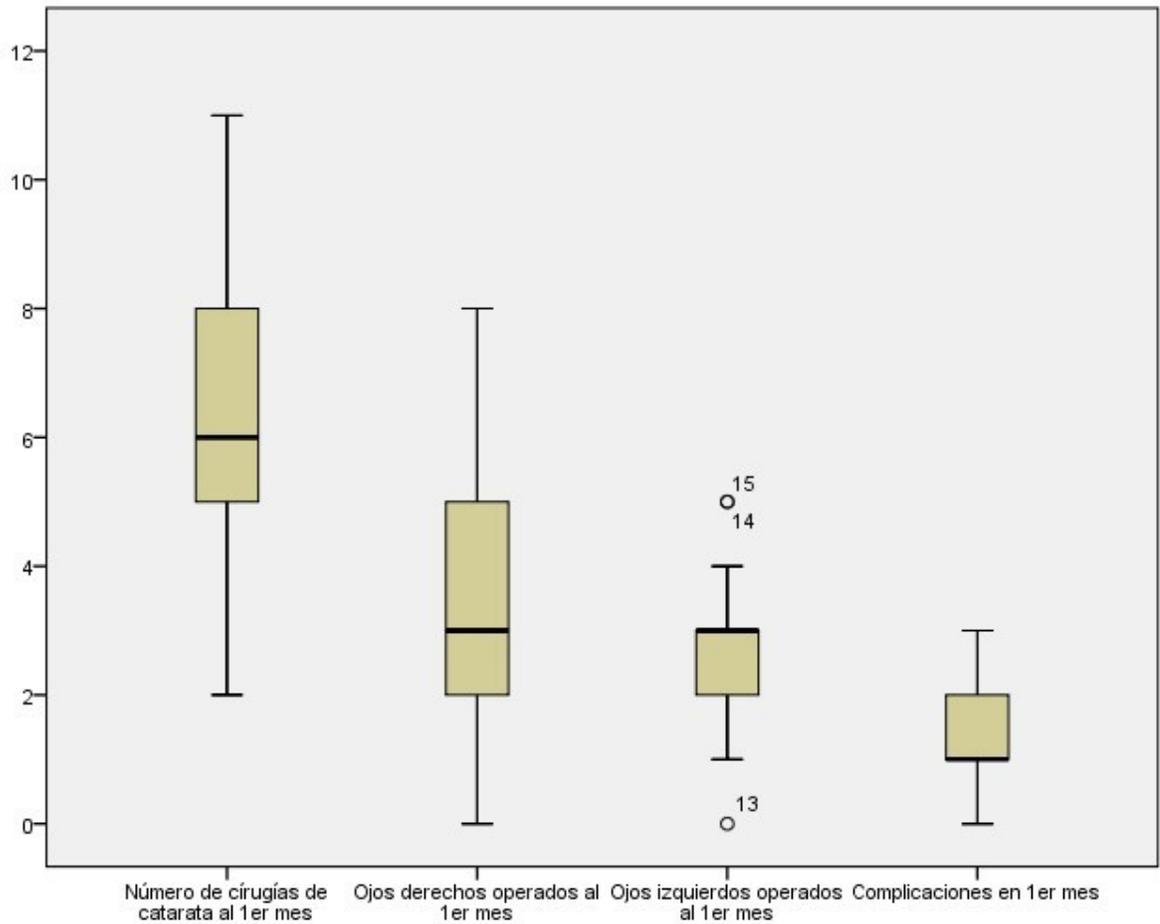


Gráfico 6.- Diagrama de cajas del número de cirugías, lateralidad del ojo operado (derecho o izquierdo) y complicaciones intra-operatorias por residente al 1er mes

Tabla 3.- Estadística descriptiva de las complicaciones operatorias al 1er mes

	Tamaño	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Error típico	Desviación estandar
Ruptura de capsula posterior en 1er mes	18	3	0	3	.89	.196	.832
Luxación de cristalino en 1er mes	18	1	0	1	.11	.076	.323
Iridodiálisis en 1er mes	18	0	0	0	.00	.000	.000
Zonulodiálisis en 1er mes	18	1	0	1	.11	.076	.323
Bloqueo capsular en 1er mes	18	0	0	0	.00	.000	.000
Desgarro capsula anterior en 1er mes	18	1	0	1	.22	.101	.428

Desprendimiento de descement en 1er mes	18	1	0	1	.06	.056	.236
Luxación de IOL en 1er mes	18	0	0	0	.00	.000	.000
Ruptura de IOL en 1er mes	18	1	0	1	.06	.056	.236
Quemadura de herida en 1er mes	18	0	0	0	.00	.000	.000
Hemorragia expulsiva en 1er mes	18	0	0	0	.00	.000	.000
Otras complicaciones en 1er mes	18	0	0	0	.00	.000	.000
Valid N (listwise)	18						

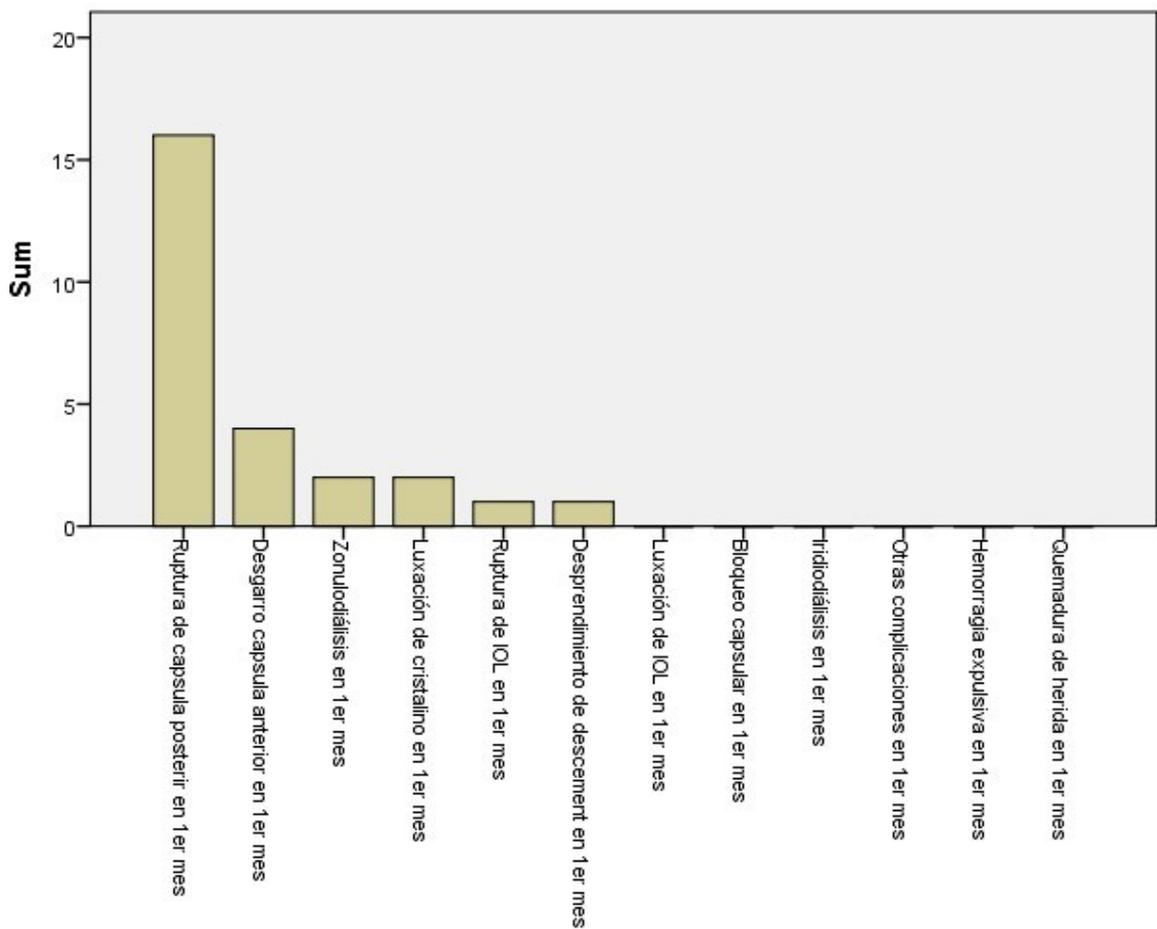


Gráfico 7.- Diagrama de barras de las complicaciones intra-operatorias al 1er mes

Se evaluaron los mismos 18 residentes al 6to mes de su 2do año de residencia, En cuanto al simulador quirúrgico tuvieron una calificación promedio de 62.48 con un rango de 49.8 a 69.5, en promedio 16.75 horas de entrenamiento con un rango de 8 a 25 horas y un porcentaje de progreso promedio de 80.61 con un rango de 47 a 100. El score total del simulador quirúrgico al 6to mes fue de 26069 puntos con un rango de 14007 a 17565 puntos. (Tabla 4, Grafico 8 - 10)

Tabla 4.- Estadística descriptiva de los parámetros del simulador quirúrgico de los residentes de 2do año al sexto mes

	Tamaño	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Error típico	Desviación estandar
Calificación total al 6to mes	18	19.7	49.8	69.5	62.483	1.3306	5.6451
Horas de entrenamiento al 6to mes	18	17.0	8.0	25.0	16.750	.9904	4.2017
Porcentaje de Progreso al 6to mes	18	53	47	100	80.61	3.618	15.351
CAT A (Anterior Chamber Navigation) al 6to mes	18	914	5433	6347	5994.28	52.773	223.895
CAT B (Navigation, CCC, stop & chop, iol) al 6to mes	18	632	8308	8940	8569.17	43.538	184.716
CAT C (CCC, divide & conquer, chop, IA, Torics) al 6to mes	18	4620	3262	7882	7325.56	242.296	1027.975
CAT D (CCC, debilidad zonular, casos variados, catatara blanca, placas capsula) al 6to mes	18	8810	0	8810	4180.17	651.512	2764.131
Score total al 6to mes	18	14007	17565	31572	26069.17	839.816	3563.039
Valid N (listwise)	18						

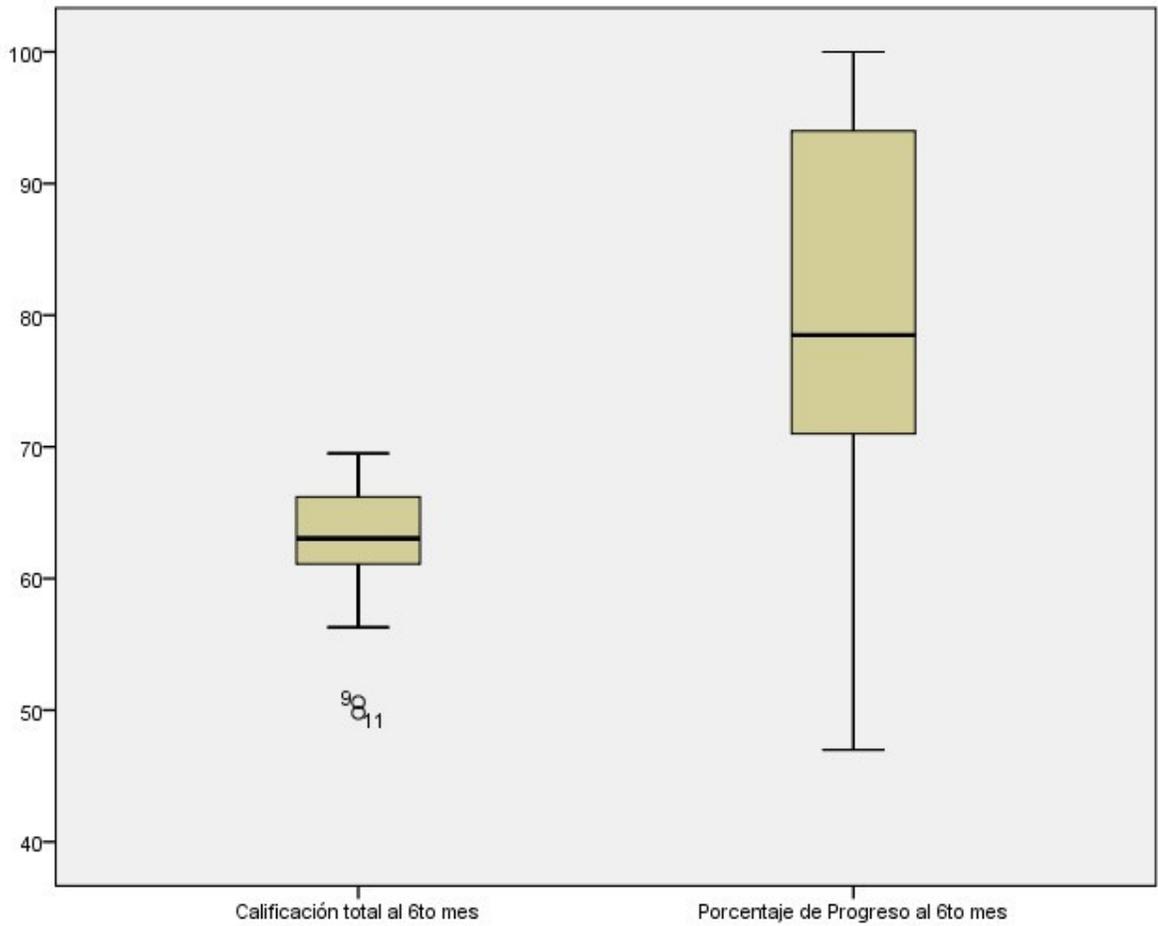


Gráfico 8.- Diagrama de cajas de las variables de calificación total y porcentaje de progresión al 6to mes.

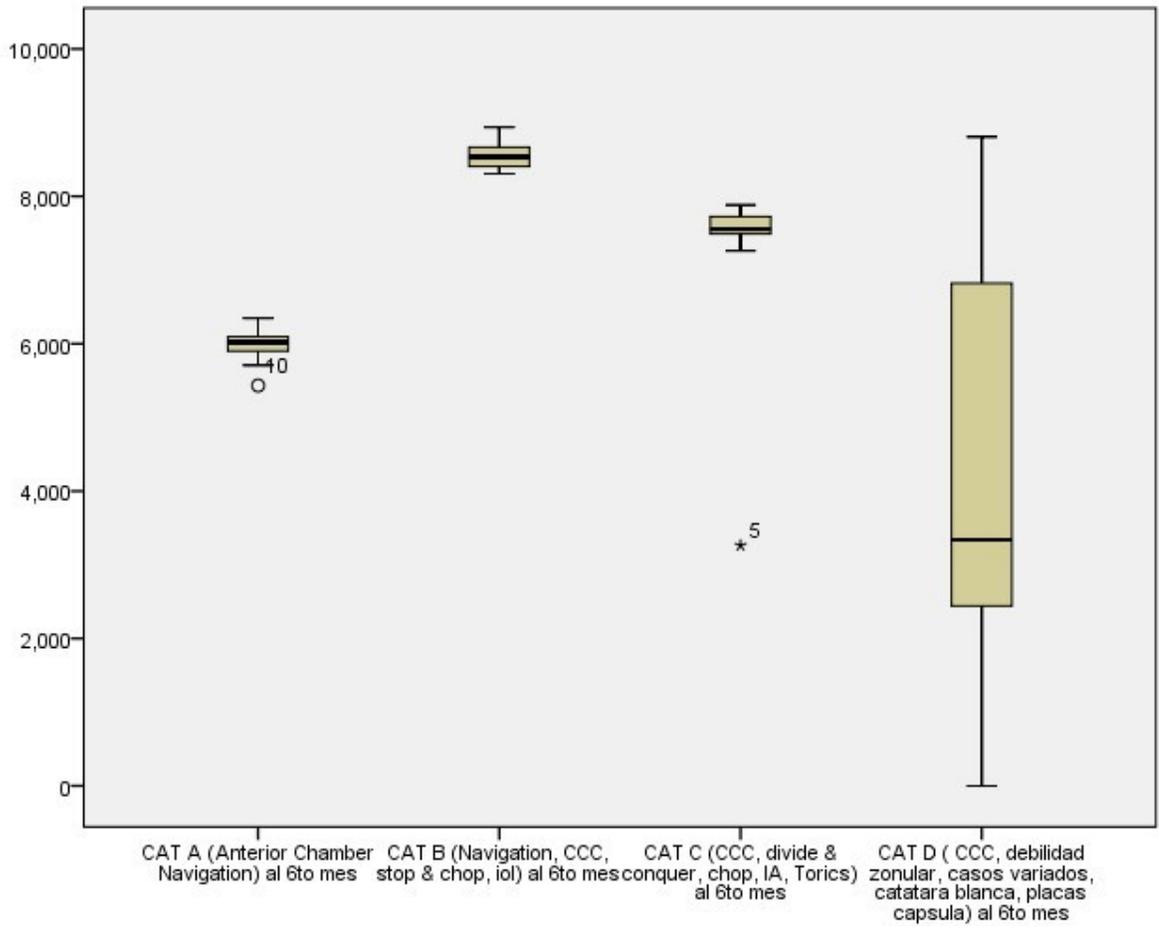
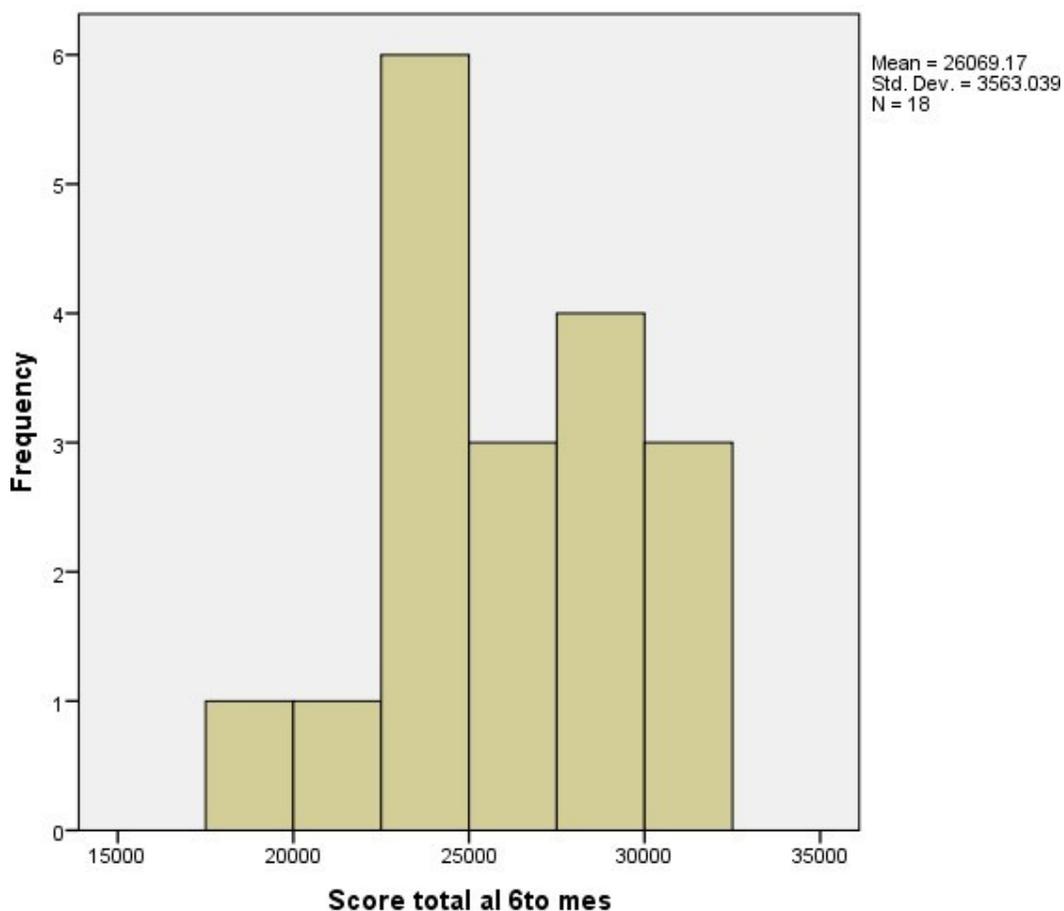


Gráfico 9.- Diagrama de cajas de los resultados del CAT A, B, C, y D del simulador al 6to mes



Gráficos 10.- Histograma del Score total del simulador al 6to mes

En cuanto a la cirugía al 6to mes, se operaron en promedio 37 cirugías de facoemulsificación por residente con un rango de 31 a 44 casos por residente y en promedio 3.33 complicaciones por residente con un rango de 0 a 8 complicaciones por residente. En total durante el sexto mes se realizaron 666 cirugías y se presentaron 60 complicaciones quirúrgicas (9% de los casos operados). Al calcular los procedimientos de los últimos 5 meses se obtuvo 557 cirugías de facoemulsificación y 34 complicaciones (6% de los casos operados); al realizar la prueba de Chi 2 se observó que esta disminución de complicaciones (23,8% al primer mes a 6% los últimos 5 meses) fue estadísticamente significativa, valor $p < 0.001$. (Tablas 5, Gráficos 11 y 12)

Tabla 5.- Estadística descriptiva de la cantidad de los operados y sus complicaciones al 6to mes

	Tamaño	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Error típico	Desviación estandar
Número de cirugías de catarata al 6to mes	18	13.00	31.00	44.00	37.0	.90388	3.83482
Ojos derechos operados al 6to mes	18	14.00	11.00	25.00	18.3	.88192	3.74166
Ojos izquierdos operados al 6to mes	18	13.00	12.00	25.00	18.6	.93585	3.97048
Complicaciones en 6to mes	18	8.00	.00	8.00	3.3	.50488	2.14202
Valid N (listwise)	18						

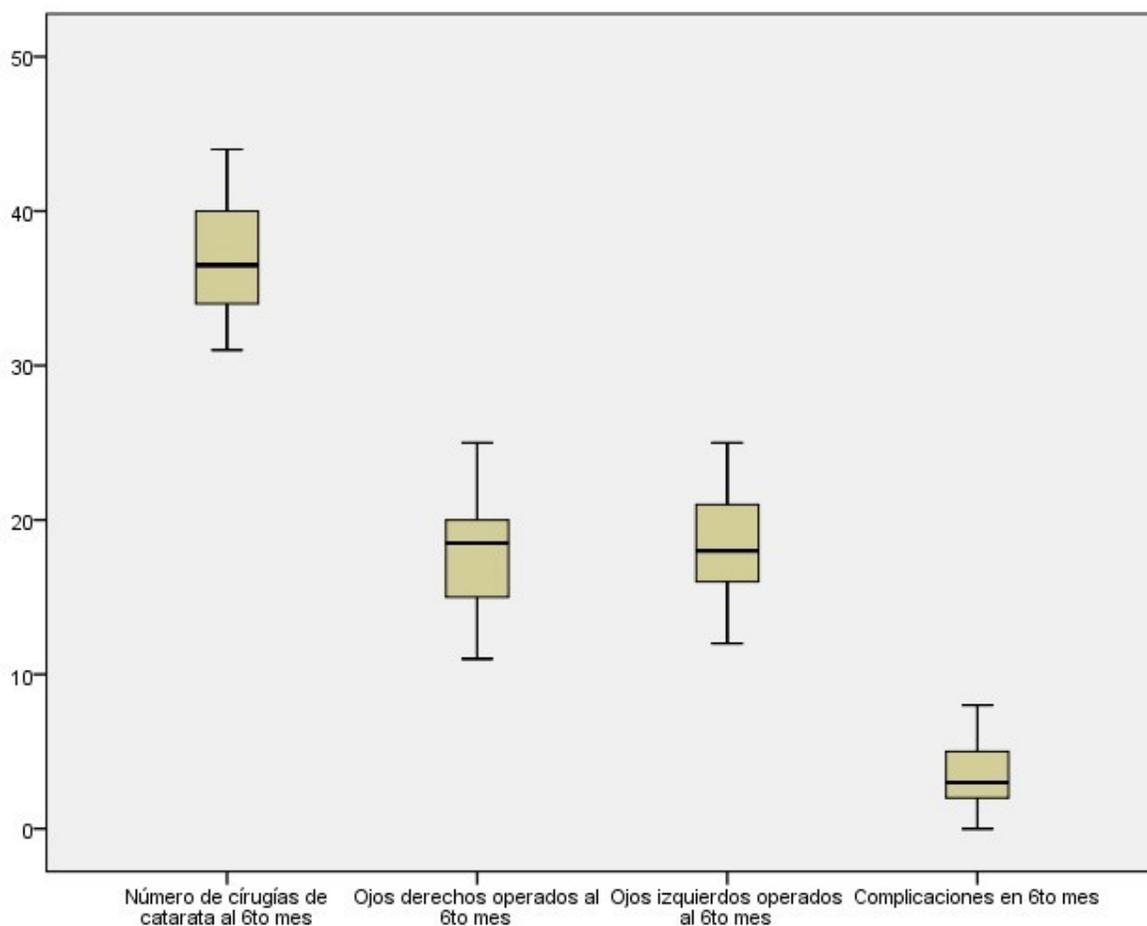


Gráfico 11.- Diagrama de cajas del número de cirugías, lateralidad del ojo operado (derecho o izquierdo) y complicaciones intra-operatorias por residente al 6to mes

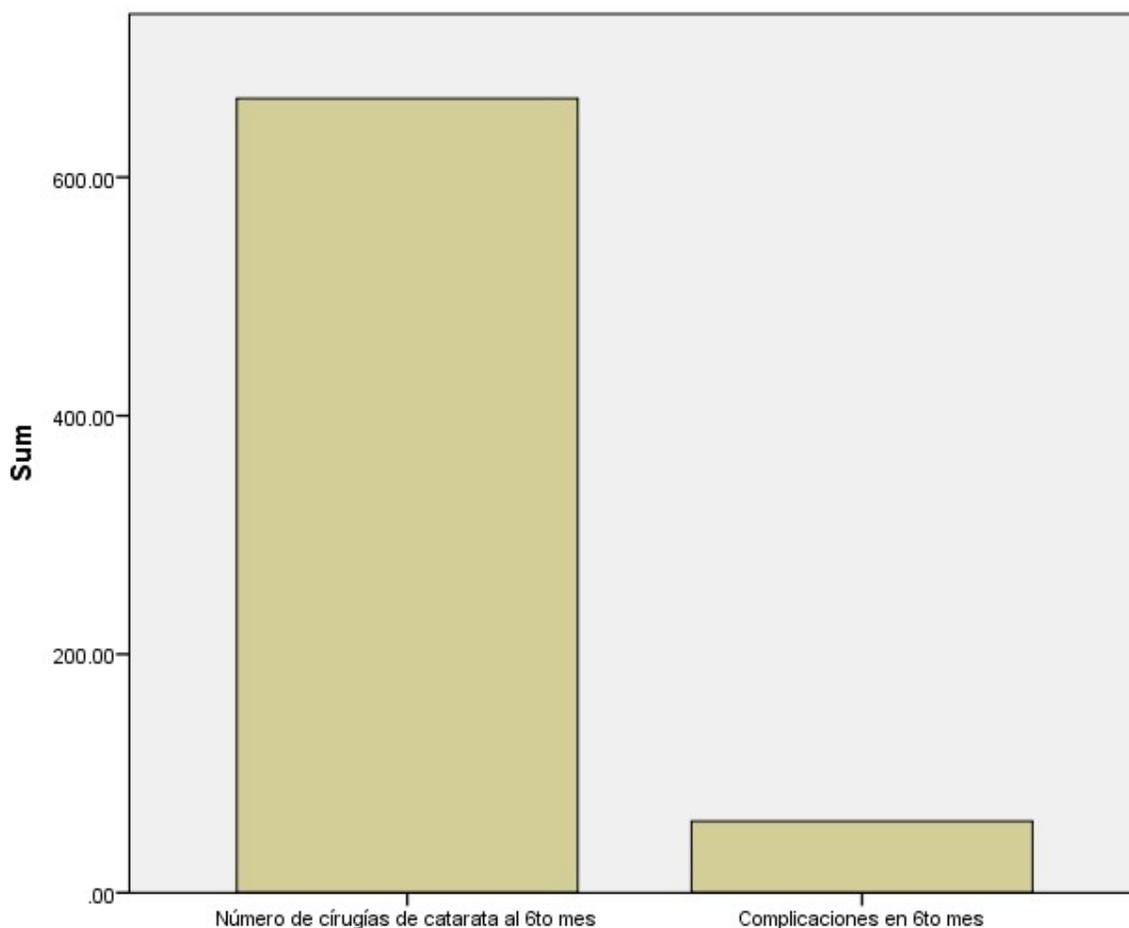


Gráfico 12.- Diagrama de barras del número de cirugías de cataratas y complicaciones al 6to mes

Dentro de las complicaciones la más frecuente fue RCP con un promedio de 2.05 casos por residente y un rango de 0 a 5. La segunda complicación más frecuente fue desgarro de la cápsula anterior con un promedio de 0.44 casos por residente y un rango de 0 a 2. Otras complicaciones presentadas fueron luxación de cristalino a cavidad vítrea, iridodiálisis, zonulodiálisis, desprendimiento de descemet, ruptura de IOL y hemorragia expulsiva. (Tablas 6 y gráfico 13)

Tabla 6.- Estadística descriptiva de las complicaciones operatorias al 6to mes

	Tamaño	Rango	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Error típico	Desviación estandar
Ruptura de capsula posterior en 6to mes	18	5.00	.00	5.00	2.0556	.30755	1.30484
Luxación de cristalino en 6to mes	18	1.00	.00	1.00	.2222	.10083	.42779
Iridiodiálisis en 6to mes	18	1.00	.00	1.00	.0556	.05556	.23570
Zonulodiálisis en 6to mes	18	1.00	.00	1.00	.2222	.10083	.42779
Bloqueo capsular en 6to mes	18	.00	.00	.00	.0000	.00000	.00000
Desgarro capsula anterior en 6to mes	18	2.00	.00	2.00	.4444	.16612	.70479
Desprendimiento de descemet en 6to mes	18	1.00	.00	1.00	.1111	.07622	.32338
Luxación de IOL en 6to mes	18	.00	.00	.00	.0000	.00000	.00000
Ruptura de IOL en 6to mes	18	1.00	.00	1.00	.1667	.09039	.38348
Quemadura de herida en 6to mes	18	.00	.00	.00	.0000	.00000	.00000
Hemorragia expulsiva en 6to mes	18	1.00	.00	1.00	.0556	.05556	.23570
Otras complicaciones en 6to mes	18	.00	.00	.00	.0000	.00000	.00000
Valid N (listwise)	18						

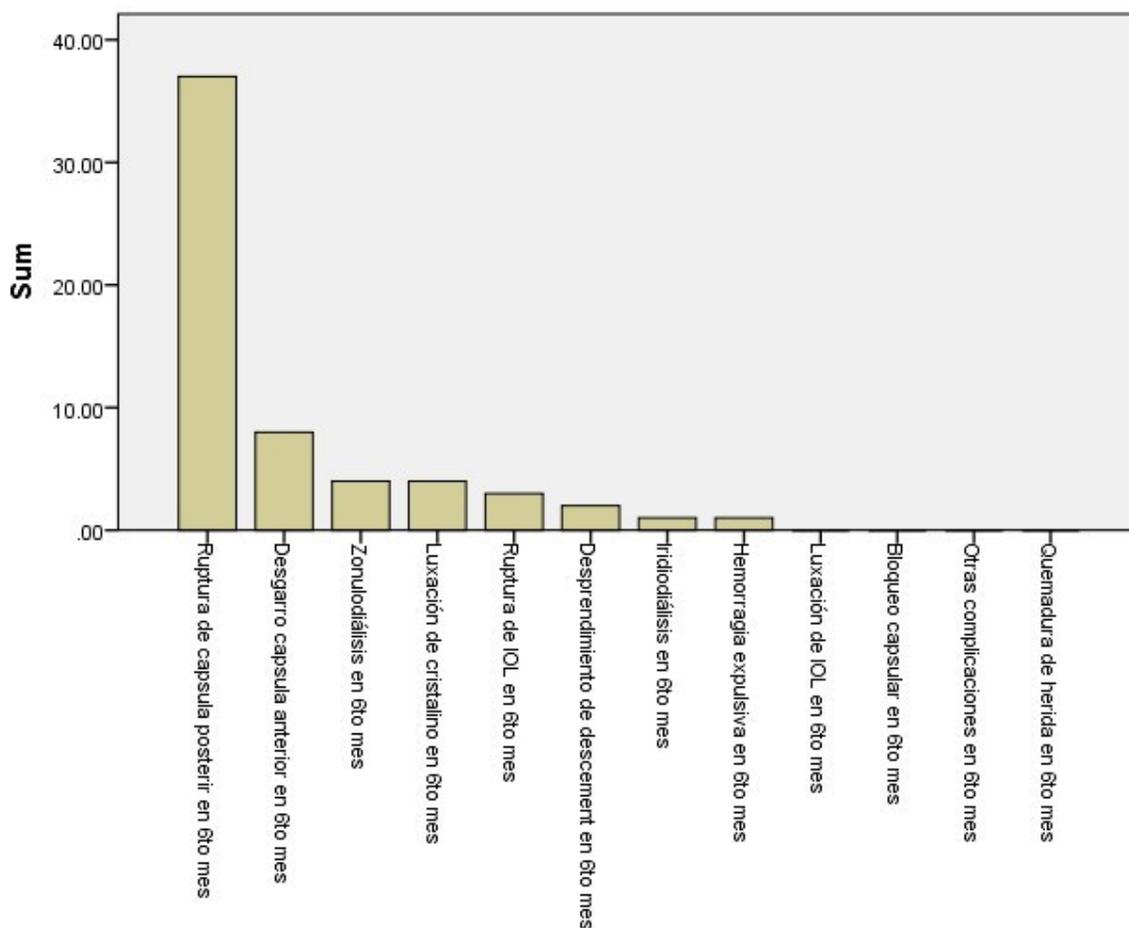


Gráfico 13.- Diagrama de barras de las complicaciones intra-operatorias al 6to mes

Al realizar los análisis de estadística inferencial se encontró en el 1er mes de evaluación que valores mayores en el score total del simulador quirúrgico se correlacionó de manera estadísticamente significativa a una menor frecuencia de rupturas de capsula posterior ($r -0.53$, valor $p 0,02$) y se observó una tendencia de menor cantidad de complicaciones en la cirugía facoemulsificación ($r -0.44$, valor $p 0.06$). Además, se observó que una menor ruptura de capsula posterior se correlacionaba con valores mayores en la calificación total ($r -0.55$, valor $p 0,02$) y porcentaje de progresión ($r -0.52$, valor $p 0,03$). (Gráfico 14)

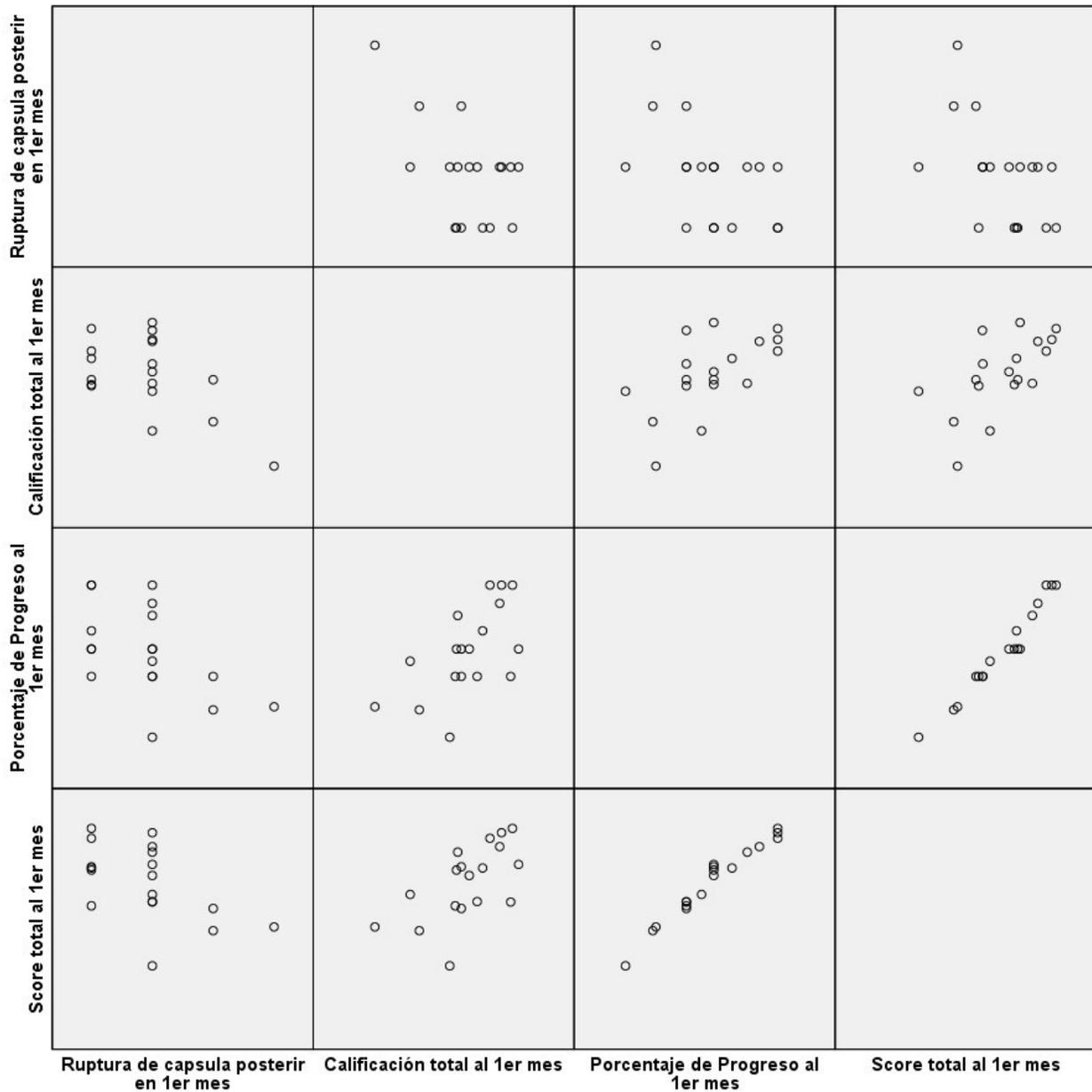


Gráfico 14.- Diagrama de puntos de dispersión entre la frecuencia de ruptura de capsula posterior y los parámetros del simulador al 1er mes.

Así mismo un mayor score en los módulos de entrenamiento B (capsulorrexis, stop & chop e implantación de IOL) y D (capsulorrexis en casos complejos, debilidad zonular, catarata intumesciente) se asociaron de manera estadísticamente significativa con menor número de complicaciones (CAT B $r = -0.64$, valor $p = 0.004$; CAT D $r = -0.52$, valor $p = 0.004$).

0.03) y menor frecuencia de ruptura de capsula posterior (CAT B r -0.46, valor p 0.05; CAT D r -0.5, valor p 0.03). (Gráfico 15)

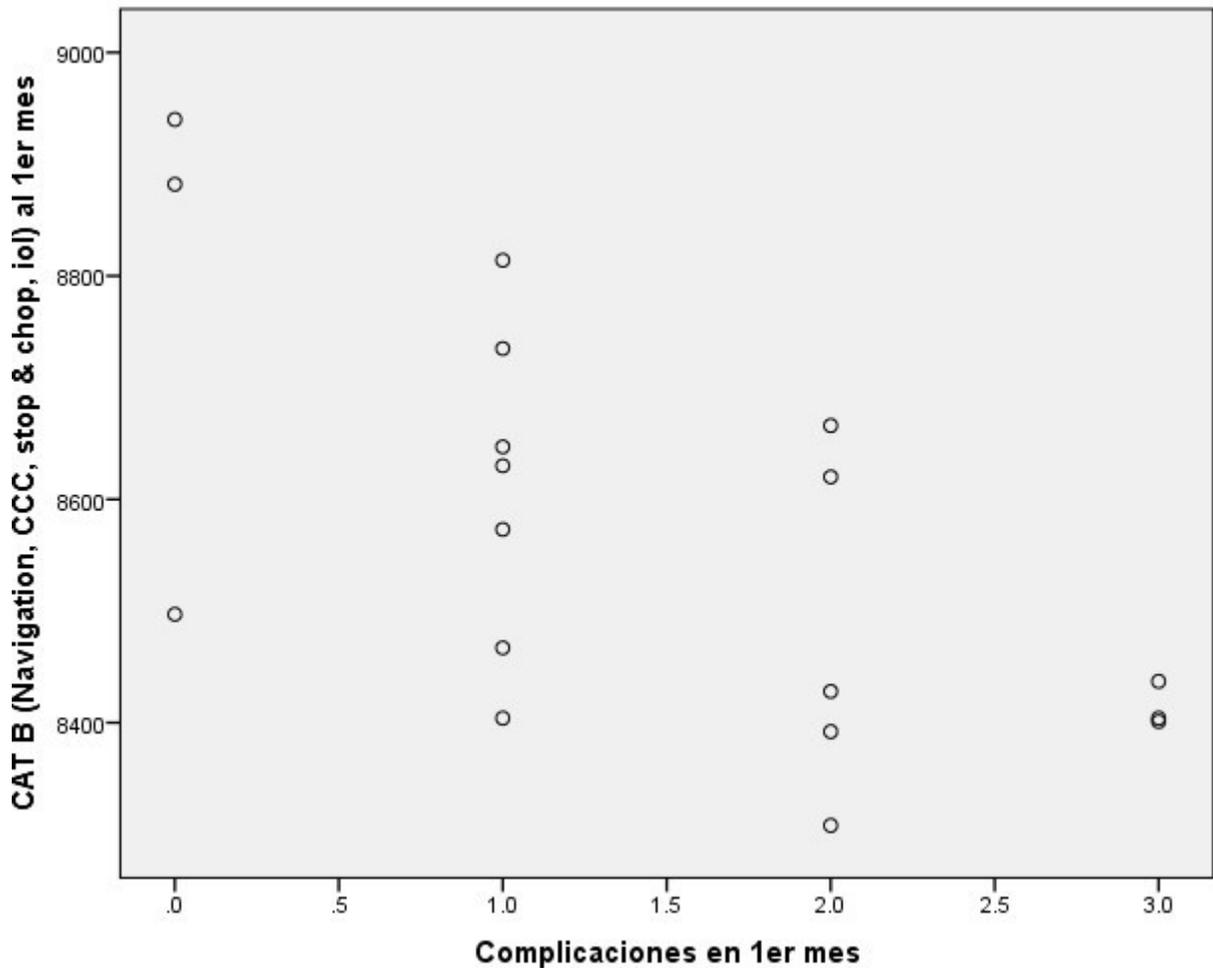


Gráfico 15.- Diagrama de puntos de dispersión entre la puntuación en CAT B y la cantidad de complicaciones intra-operatorias 1er mes

No se encontró una asociación estadísticamente significativa entre la cantidad de horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico y el número de complicaciones intra-operatorias (r -0.1, valor p 0.68). El número de cirugías realizadas en el primer mes no se asoció a menor porcentaje de complicaciones (r 0.37, valor p 0.14); pero una mayor cantidad de cirugías si se correlacionó con una mayor cantidad de rupturas de capsula posterior (r -0.54, valor p 0.02).

Al 6to mes de evaluación, una mayor puntuación en la calificación total, el porcentaje de progresión y el score total en el simulador quirúrgico se correlaciono estadísticamente a un menor número de complicaciones durante la cirugía de facoemulsificación y menor frecuencia de rupturas de capsula posterior. (Tabla 7). Así mismo un mayor score en los módulos de entrenamiento B (capsulorrexis, stop & chop e implantación de IOL) C (capsulorrexis, divide y vencerás, chop, irrigación y aspiración) y D (capsulorrexis en casos complejos, debilidad zonular, catarata intumescente) se asociaron a menor número de complicaciones (CAT B r -0.57, valor p 0.01; CAT D r -0.45, valor p 0.05) y menor frecuencia de ruptura de capsula posterior (CAT B r -0.5, valor p 0.03; CAT C r -0.47, valor p 0.05; CAT D r -0.45, valor p 0.05). (Gráfico 16)

Tabla 7.- Análisis de correlación de Pearson de los parámetros del simulador y numero de cirugías con la frecuencia de aparición de complicaciones quirúrgicas y ruptura de capsula posterior al 6to mes

		Complicaciones en 6to mes	Ruptura de capsula posterior en 6to mes
Calificación total al 6to mes	r de Pearson	-0.528*	-0.608**
	Valor p	0.024	0.007
Horas de entrenamiento al 6to mes	r de Pearson	-0.268	-0.196
	Valor p	0.282	0.436
Porcentaje de Progreso al 6to mes	r de Pearson	-0.554*	-0.578*
	Valor p	0.017	0.012
	r de Pearson	-0.530*	-0.540*
	Valor p	0.024	0.021
Número de cirugías de catarata al 6to mes	r de Pearson	0.029	0.106
	Valor p	0.91	0.676

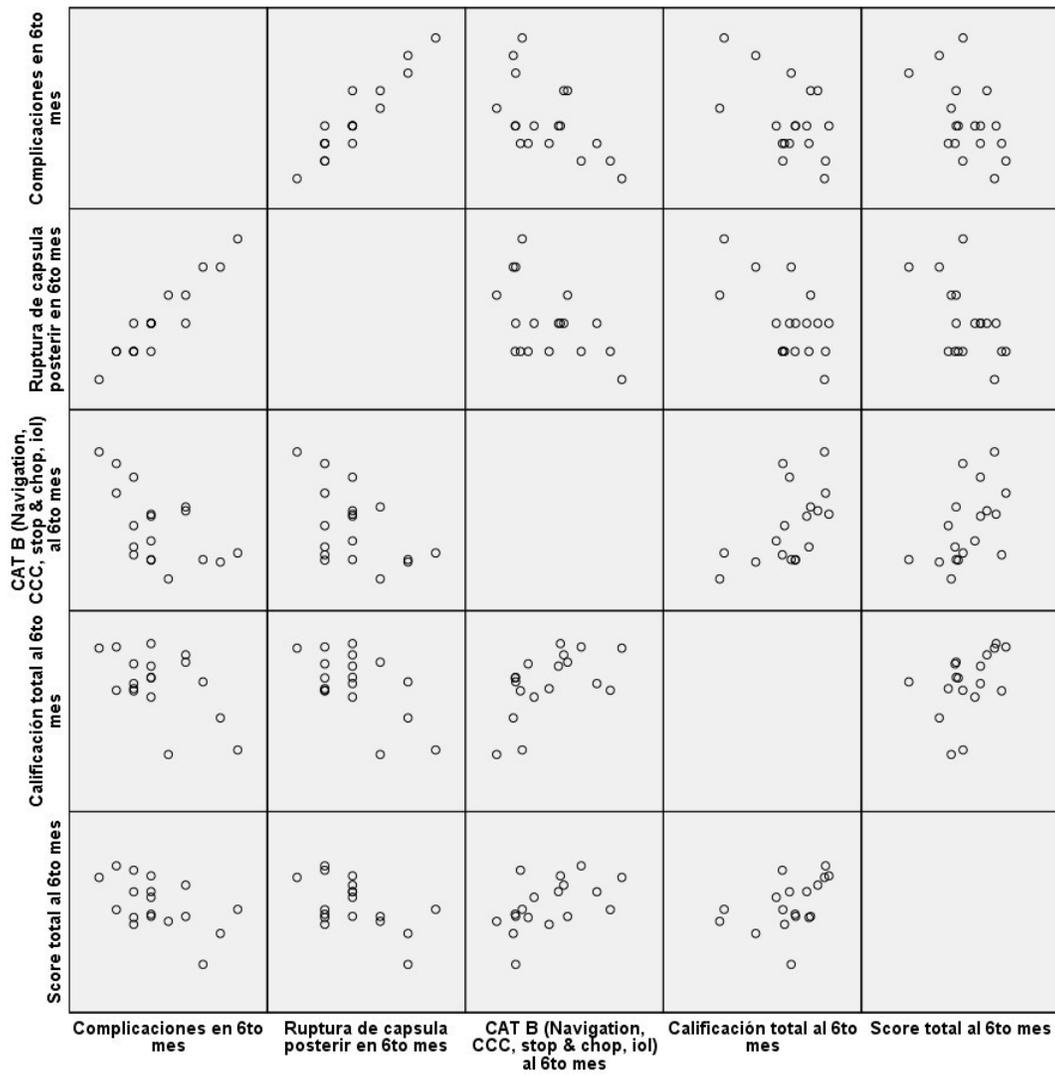


Gráfico 16.- Diagrama de puntos de dispersión entre la frecuencia de complicaciones y ruptura de capsula posterior y los parámetros del simulador al 6to mes.

Al igual que en el 1er mes, la cantidad de horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico no se asoció a menor porcentaje de complicaciones. (Gráfico 17)

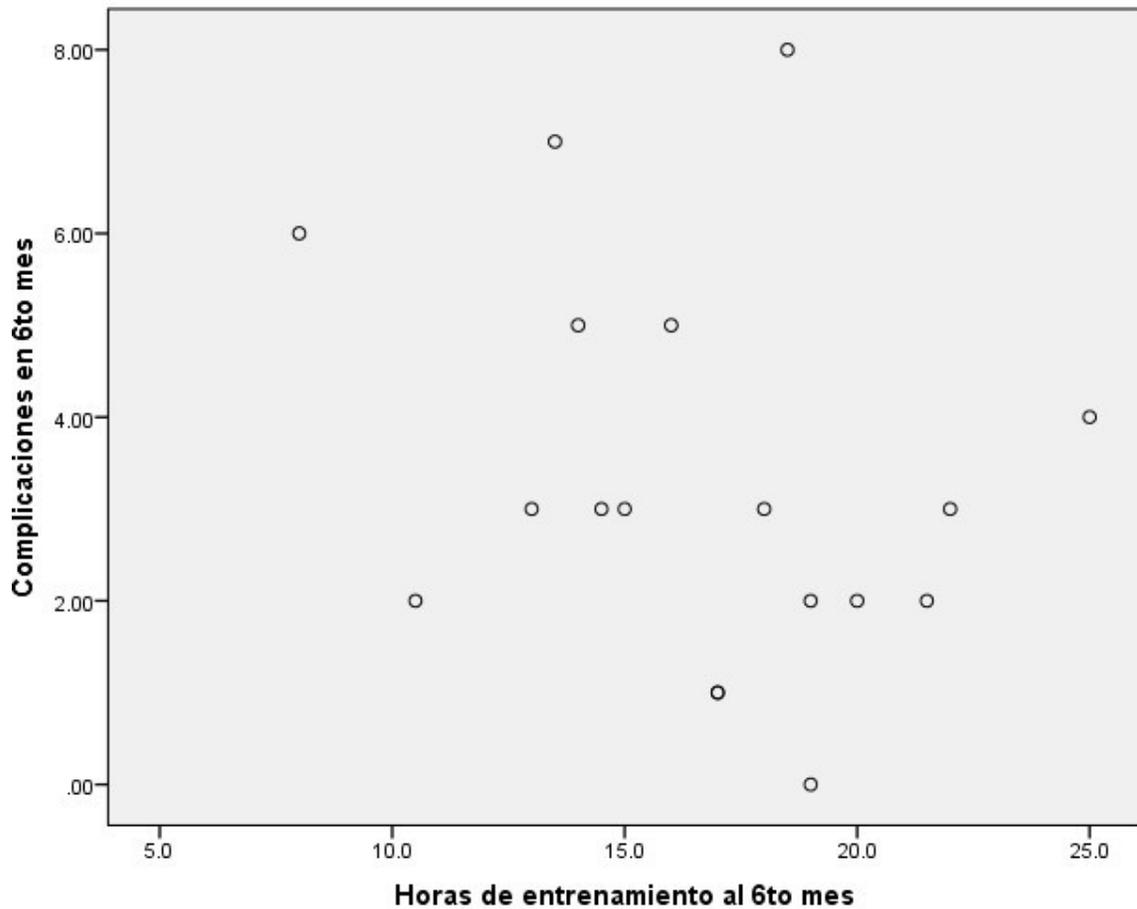


Gráfico 17.- Diagrama de puntos de dispersión entre la frecuencia de complicaciones y las horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico al 6to mes.

Al realizar el análisis de regresión múltiple no se encontró interacciones entre los módulos de entrenamiento del simulador quirúrgico (CAT A, B, C y D), de haber existido el score total hubiera sido estadísticamente significativo. (Tabla 8)

La variable que de forma independiente parece asociarse a menor cantidad de complicaciones en la facoemulsificación fue la calificación total del simulador quirúrgico (coeficiente beta -0.76, valor p 0,05). Se observó una tendencia no estadísticamente significativa entre las horas de entrenamiento y menor cantidad de complicaciones (coeficiente beta -0.72, valor p 0,08). (Tabla 9, Gráfico 18 - 19)

Tabla 8.- Análisis de regresión múltiple entre los módulos del simulador.

		ANOVA ^a				
Modelo		Suma de los cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor p.
1	Regresión	51.995	8	6.499	2.249	.124
	Residual	26.005	9	2.889		
	Total	78.000	17			

Tabla 9.- Variables del simulador quirúrgico y su asociación a complicaciones en cirugía de facoemulsificación. Coeficientes^a

Modelo		Coeficiente no estandarizado		Coeficiente estandarizado	t	Valor p
		B	Error típico	Beta		
1	(Constante)	67.417	26.466		2.547	.031
	Calificación total al 6to mes	-.286	.124	-.755	-2.309	.046
	Horas de entrenamiento al 6to mes	-.369	.187	-.724	-1.968	.081
	Porcentaje de Progreso al 6to mes	-.059	.170	-.420	-.346	.737
	CAT A (Anterior Chamber Navigation) al 6to mes	-.008	.004	-.839	-1.974	.080
	CAT B (Navigation, CCC, stop & chop, iol) al 6to mes	-.001	.004	-.074	-.223	.829
	CAT C (CCC, divide & conquer, chop, IA, Torics) al 6to mes	-.001	.001	-.410	-1.233	.249
	Score total al 6to mes	.001	.001	1.383	1.010	.339
	Número de cirugías de catarata al 6to mes	.130	.157	.234	.832	.427

a. Variable dependiente: Complicaciones en 6to mes

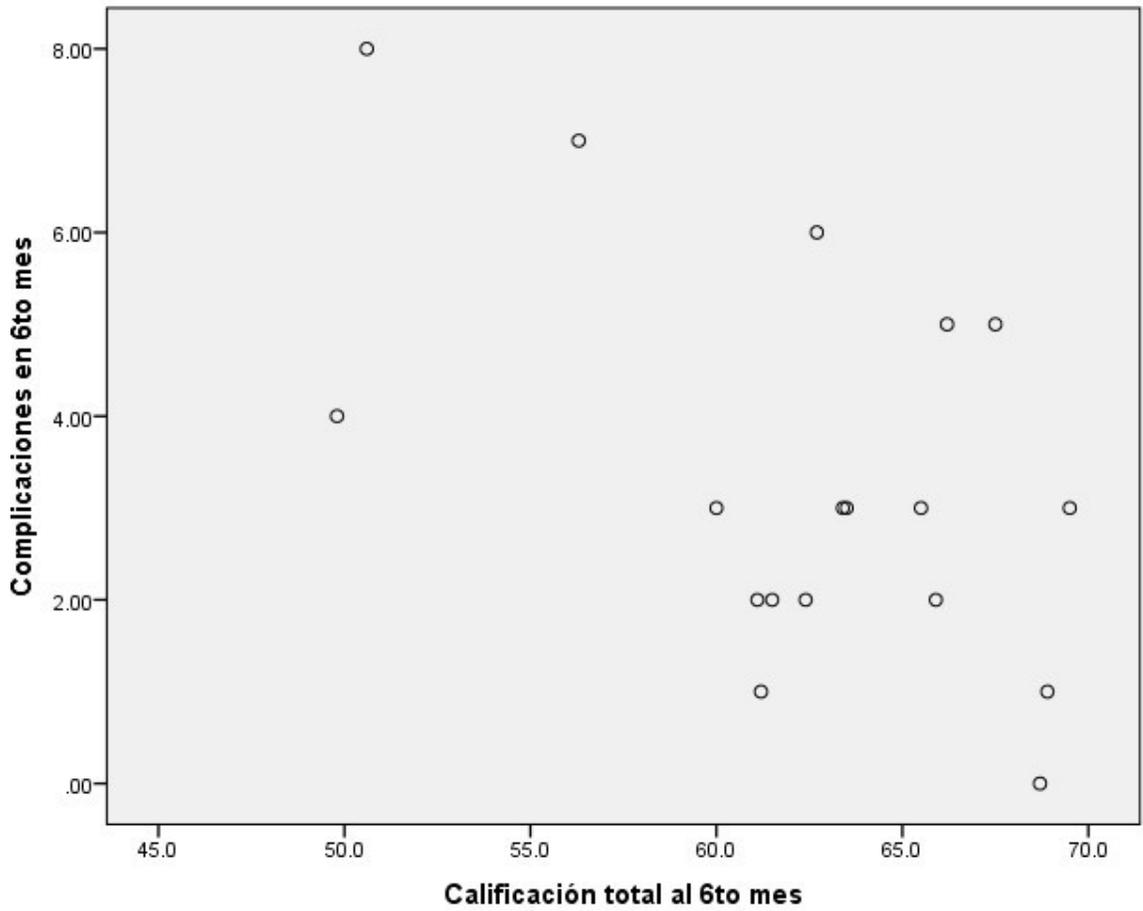


Gráfico 18.- Diagrama de puntos de dispersión entre la frecuencia de complicaciones y la calificación total en el simulador quirúrgico al 6to mes.

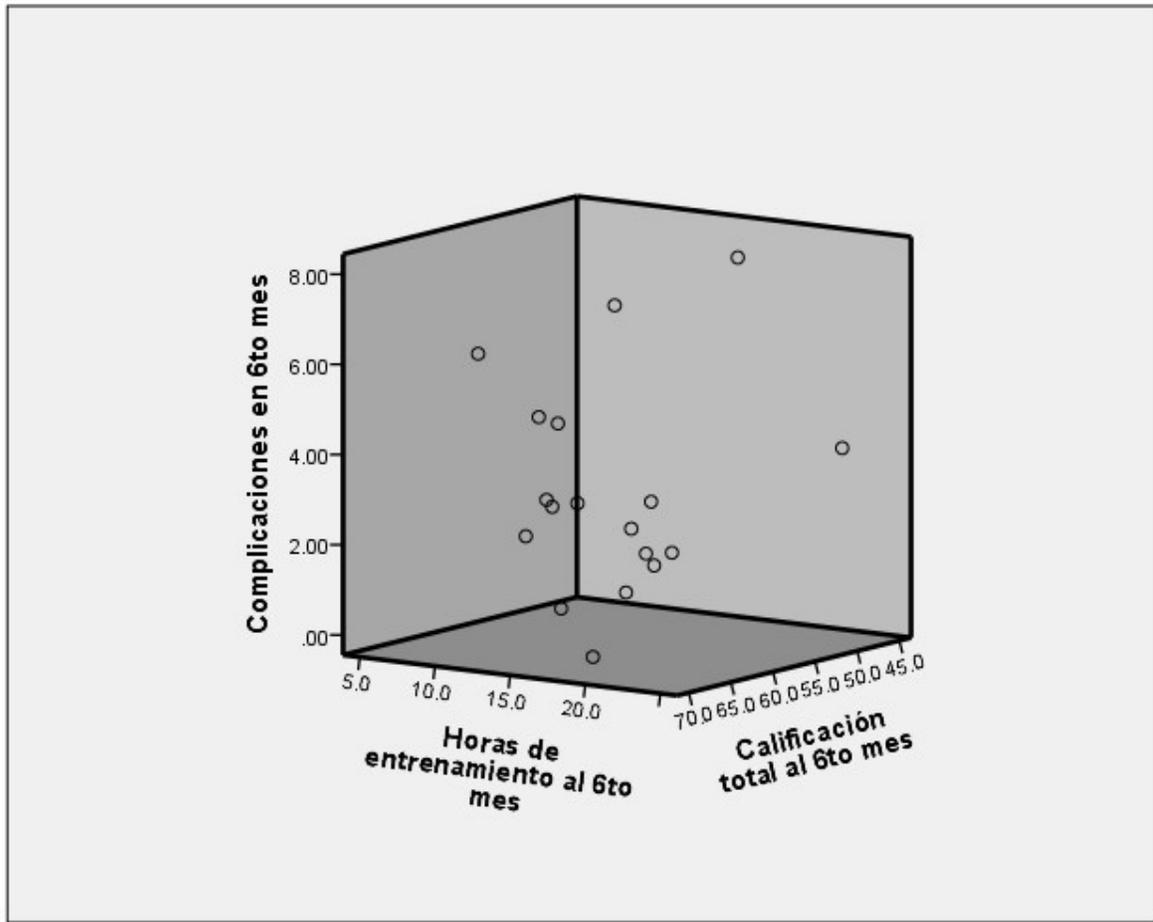


Gráfico 19.- Diagrama de puntos de dispersión entre la frecuencia de complicaciones con las horas de entrenamiento y la calificación total en el simulador quirúrgico al 6to mes.

Resultados del análisis comparativo entre grupos:

Tabla 1. Análisis comparativo entre grupos al primer mes

VARIABLES DE ESTUDIO	GRUPO 1 Media (DE, min-max)	GRUPO 2 Media (DE, min-max)	P
# Total de cirugías 1m	6.06 (2.39,2-11)	3.19 (1.60,0-5)	0.0003
# Complicaciones 1m	0.28 (0.46,0-1)	0.43 (0.51,0-1)	0.4651
# RCP 1m	0.22 (0.43,0-1)	0.43 (0.51,0-1)	0.2665
Tiempo quirurgico total 1m	60.15 (12.05,43.75-86.66)	56.28 (9.92,38.33-74.66)	0.3927

Tabla 2. Análisis comparativo entre grupos al sexto mes

VARIABLES DE ESTUDIO	Grupo 1 Media (DE, min-max)	Grupo 2 Media (DE, min-max)	P
# Total de cirugías 6m	15.72 (2.54,11-20)	6.44 (2.38,3-11)	0.0001
# Complicaciones 6m	2.11 (0.90,0-3)	0.69 (0.48,0-1)	0.0001
# RCP 6m	1.39 (0.70,0-2)	0.69 (0.48,0-1)	0.003
# Lux nuc a vit 6m	0.44(0.51,0-1)	0	0.0031
Tiempo quirurgico total 6m	59.73 (7.71,47.72-78.57)	55.31 (8.71,42-67)	0.175

Tabla 3. Análisis comparativo entre grupos al sexto mes

VARIABLES DE ESTUDIO	Grupo 1 Media (DE, min-max)	Grupo 2 Media (DE, min-max)	P
# Total de cirugías 12m	21.78 (2.29,19-26)	20.63 (3.28,14-27)	0.36
# Complicaciones 12m	2.89 (0.90,1-4)	3.13 (1.06,0-4)	0.17
# RCP 12m	2.17 (0.92,1-4)	3.06 (1.06,0-4)	0.005
# Lux nuc a vit 12m	0.44 (0.51,0-1)	0	>0.99
Tiempo quirurgico total 12m	58.40 (6.27,46.91-73.95)	50.88 (4.44,41.94-59.85)	0.0003

La tabla 1 muestra los resultados al primer mes, la media en el número de cirugías fue de 6.06 para el grupo 1 y de 3.19 para el grupo 2 (p 0.0003); sin embargo no existió diferencia en el número de complicaciones ni en el tiempo quirúrgico entre los grupos.

A los 6 meses (tabla 2) la media en el número de cirugías fue de 15.72 para el grupo 1 y de 6.44 para el grupo 2 (p 0.0001). Encontramos una diferencia entre ambos grupos para el número de complicaciones que favoreció al grupo 2, tanto en complicaciones totales (p 0.0001) como en RCP (p 0.003).

El análisis de los datos al año de entrenamiento, no mostró diferencias en el número total de cirugías, ni en la tasa de complicaciones totales (tabla 3), sin embargo encontramos una diferencia en la media de RCP que favoreció al grupo 1.

El porcentaje de RCP en el grupo 1 a los 12 meses fue de 9.94% y en el grupo 2 de 14.84%.

Se realizó el cálculo de la razón de momios para la RCP, encontrándose en 0.63 con un intervalo de confianza del 95% (0.4-0.99).

No se reportaron de manera confiable luxación de núcleo a cavidad vítrea, no hubo reportes de iridodiálisis, zonulodiálisis, despegamiento de descemet, luxación de LIO a cavidad vítrea, ruptura de LIO ni quemadura de la herida corneal por lo que no fue posible el análisis de estos resultados.

6. Discusión

Como podemos observar en los resultados, a mayor score total en el grupo de casos (1er mes y 6to mes), calificación y porcentaje de progreso (6to mes) del simulador quirúrgico existe un menor número estadísticamente significativo de complicaciones y de RCP en cirugía de facoemulsificación realizada por residentes en entrenamiento, sin embargo la cantidad de horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico no se asoció a menor cantidad de complicaciones quirúrgicas, demostrando que lo importante no es la cantidad de horas entrenadas, si no el score que se obtiene, el cual es la combinación de la cantidad de horas entrenadas y la habilidad innata del residente, de esta manera podemos asumir que un mejor rendimiento en el simulador quirúrgico resultará en menor frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata.

Se cree que la disminución de frecuencia de complicaciones en la facoemulsificación de catarata en los residentes con mejores resultados en los parámetros evaluados del simulador quirúrgico, se debe a que el simulador quirúrgico de Eyesi® (VRMagic Holding AG, Mannheim, Alemania), simula de manera importante al uso del microscopio quirúrgico, manejo de la profundidad de cámara anterior y control de la máquina de facoemulsificación, lo que lleva a tener un mejor conocimiento de los equipos en el quirófano, mejor destreza bimanual y visualización en el microscopio.

Diferentes estudios han demostrado los beneficios del entrenamiento en el simulador quirúrgico en residentes con resultados similares a los nuestros. En el estudio de Roohipoor et al 2017, se encontró una correlación estadísticamente significativa entre el score obtenido en la capsulorrexia en el Eyesi y el score otorgado en la capsulorrexia en cirugía realizada por residentes evaluado mediante el sistema GRASIS (Global rating assessment of skills in intraocular surgery), y concluyeron que el score del simulador quirúrgico se relaciona con un mejor desempeño quirúrgico (4). De igual manera en el estudio de Mc Cannel et al 2013, se demostró que un entrenamiento adecuado en el simulador quirúrgico Eyesi, evaluado mediante un programa desarrollado por uno de los autores "CITC" (Capsulorrexia Intensive Training Curriculum), se asoció de manera

estadísticamente significativa con un 68% de reducción de error en la capsulorrexis en cirugía realizadas por residentes de oftalmología, basado en estos datos, un entrenamiento adecuado en el Eyesi, mejora los resultados de la capsulorrexis en el quirófano (6). Así mismo, en el estudio de Staropoli et al 2017, concluyeron que el entrenamiento en el simulador quirúrgico previo a iniciar con cirugía de catarata reduce de manera significativa las complicaciones intraoperatorias, especialmente RCP y prolapso vítreo en residentes novatos. También el estudio de Pokroy et al 2013, demostró que el entrenamiento del simulador quirúrgico en residentes disminuye la curva de aprendizaje en facoemulsificación en los primeros 50 casos y también acorta el tiempo quirúrgico sin embargo, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en la disminución de la tasa de complicaciones en la facoemulsificación (2).

La variable que de forma independiente parece asociarse a menor cantidad de complicaciones en la facoemulsificación es la calificación total del simulador quirúrgico, por lo que se podría considerar la variable de mayor importancia.

La cantidad de horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico, aunque no tuvo una asociación estadísticamente significativa con menor número de complicaciones quirúrgicas, presentó una tendencia no significativa (Beta estandarizado -1.96 y valor p 0.08) de que podría ser que personas con puntuación similar en el score del simulador quirúrgico, pero uno con mayor cantidad de horas podría tener menor cantidad de complicaciones en la facoemulsificación de catarata. Es importante mencionar que en nuestra institución, el uso del simulador quirúrgico por residente es de media hora por semana y el entrenamiento es supervisado y guiado por un instructor, al igual las cirugías de facoemulsificación son supervisadas y guiadas por un médico adscrito de segmento anterior. Se requeriría una muestra mayor de cirugías realizadas por residentes para demostrar si existe una asociación estadísticamente significativa entre las horas de entrenamiento en el simulador quirúrgico y la frecuencia de complicaciones quirúrgicas.

Se encontró una disminución de las complicaciones intra-operatorias de 14.8% entre el 1er mes y los últimos 5 meses, lo cual fue estadísticamente significativo, dentro de las cuales la más frecuente fue RCP, por lo que se

recomienda una mayor supervisión quirúrgico de los primeros 10 casos de cirugía de facoemulsificación.

Varios estudios demuestran la validez del simulador quirúrgico para entrenamiento de residentes de oftalmología. En el estudio de Privett et al 2010, los cirujanos experimentados obtuvieron mejor score total estadísticamente significativos comparado con los residentes y estudiantes de medicina en el nivel leve y medio de la capsulorrexia, así mismo fueron significativamente mejor en todos los parámetros evaluados (centrado, menor lesión corneal, menor pérdida del reflejo rojo, y menor tiempo para completar los módulos), demostrando una validez significativa del simulador en el módulo de capsulorrexia (8). De igual manera en el estudio de Mahr MA et al 2008, los cirujanos experimentados obtuvieron significativamente mejores scores y en menor tiempo en los módulos fórceps y anti-tremor comparado con los residentes demostrando de igual manera la validez significativa del Eyesi con sus módulos fórceps y anti-tremor (9). Por último en el estudio de Solverson et al 2009, concluyen que el simulador quirúrgico Eyesi, proporciona una herramienta de evaluación objetiva útil y válida para diferenciar habilidades quirúrgicas, los datos indican que existe diferencias en el rendimiento del cirujano experto y el principiante y muestran mejora en el rendimiento con el entrenamiento (5).

En base a nuestra revisión bibliográfica, encontramos que nuestro estudio tiene la muestra más grande de cirugías de facoemulsificación evaluadas (666 casos en 18 residentes) asociando la frecuencia de complicaciones en la cirugía con los resultados obtenidos de los parámetros evaluados en el simulador quirúrgico.

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio, no contamos con un grupo control de residentes que no asistan al simulador quirúrgico, esto debido a que en la institución es de carácter obligatorio tener entrenamiento en el simulador quirúrgico para poder iniciar con cirugía de facoemulsificación. Existen pocos estudios que evalúen el impacto del uso del simulador quirúrgico y la disminución de la frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata. Se requieren más estudios con grupo control y muestras más grandes para determinar si el uso del simulador quirúrgico reduce de manera significativa las complicaciones en cirugía de facoemulsificación realizada

por residentes en entrenamiento.

En el análisis comparativo de los grupos se encontró que el número de cirugías realizadas por el grupo expuesto a simulador fue mayor durante los primeros meses del segundo año de residencia, probablemente se deba a la confianza que existe para programar cirugías a los residentes desde el inicio del segundo año, precisamente por el entrenamiento previo en simulador. Sin embargo el número total al final del año, no fue diferente entre los grupos.

El número de complicaciones que aparenta ser mayor a los 6 meses en el grupo con uso de simulador probablemente se deba al mayor número de cirugías que llevaban los residentes de ese grupo al mes 6.

No se tomaron en cuenta el número de cirugías realizadas durante el primer año de residencia, lo cual es por sí mismo un entrenamiento importante para la destreza quirúrgica de los residentes.

La principal complicación como se sabe es la RCP, la cual fue la principal en ambos grupos; sin embargo, no se pudo realizar análisis del resto de las complicaciones porque no estaban reportadas. Al ser un estudio retrospectivo la pérdida de datos es un factor importante que contribuye al sesgo en los resultados.

El entrenamiento en simulador demostró una menor tasa de RCP durante el primer año de entrenamiento en facoemulsificación.

La razón de momios confirma que el uso de simulador es un factor protector para el desarrollo de RCP.

A diferencia de lo esperado, la exposición al simulador no mejoró el tiempo de cirugía entre los grupos, al contrario existió en promedio un menor tiempo quirúrgico por caso en el grupo 2.

7. Conclusiones

Este estudio muestra evidencia de como un mejor desempeño en el simulador quirúrgico se asocia con menor frecuencia de complicaciones y de ruptura de capsula posterior en cirugía de catarata realizada por residentes en entrenamiento. Mayores valores en el score total, calificación total y progreso en el simulador quirúrgico Eyesi 3.1 se relaciona de manera significativa a menor frecuencia de complicaciones intra- operatorias en

cirugía de facoemulsificación en residentes en entrenamiento. Aunque no se encontró una asociación con la cantidad horas entrenadas en el simulador quirúrgico, se genera la hipótesis que a mismo parámetro en el simulador, residentes con mayor cantidad de horas podrían tener menor frecuencia de complicaciones. Con esto podemos concluir que el score, calificación y progresión del simulador quirúrgico son factores predictores del desempeño en cirugía de facoemulsificación de catarata en residentes en entrenamiento.

El entrenamiento en simulador una menor tasa de RCP durante el primer año de entrenamiento en facoemulsificación, siendo un factor protector para el desarrollo de RCP.

Debido a los resultados encontrados en este estudio y la revisión de la bibliografía se recomienda implementar el uso de simuladores quirúrgicos en los programas de residencia de oftalmología. El entrenamiento en el simulador quirúrgico podría mejorar de manera significativa las habilidades quirúrgicas de los residentes y así, disminuir la frecuencia de complicaciones en cirugía de catarata y acortar la curva de aprendizaje, haciéndolo una herramienta de suma importancia para los programas de residencia en oftalmología.

8. Referencias Bibliográficas

1. David A. Belyea, MD, MBA, Sarah E. Brown, MD, Lamise Z. Rajjoub, MD, Influence of surgery simulator training on ophthalmology resident phacoemulsification performance, *J Cataract Refract Surg* 2011; 37:1756–1761
2. Russell Pokroy, Elizabeth Du, Ana Alzaga, Sarah Khodadadeh, Daniel Steen, Brian Bachynski, Paul Edwards, Impact of simulator training on resident cataract surgery, *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013; 251:777–781
3. Patrick C. Staropoli, MD, Ninel Z. Gregori, MD, Anna K. Junk, MD, Anat Galor, MD, Raquel Goldhardt, MD, Brian E. Goldhagen, MD, Wei Shi, MS, William Feuer, MS, Surgical Simulation Training Reduces Intraoperative Cataract Surgery Complications Among Residents, *Sim Healthcare* 2017; 00:00–00
4. Ramak Roohipoor, MD, Mehdi Yaseri, PhD, MPH, Amir Teymourpour, MSc, Carolyn Kloek, MD, John B. Miller, MD, and John I. Loewenstein, MD. Early Performance on an Eye Surgery Simulator

- Predicts Subsequent Resident Surgical Performance, *Journal of Surgical Education*, 2017; 1931-7204
5. Daniel J. Solverson, DO; Robert A. Mazzoli, MD; William R. Raymond, MD; et al. Virtual Reality Simulation in Acquiring and Differentiating Basic Ophthalmic Microsurgical Skills, *Sim Healthcare* 2009; 4:98–103
 6. Colin A. McCannel, MD, David C. Reed, MD, Darin R. Goldman, MD, Ophthalmic Surgery Simulator Training Improves Resident Performance of Capsulorhexis in the Operating Room, *Ophthalmology* 2013; 120:2456-2461
 7. Christine S. Ament, Bonnie A. Henderson, Optimizing resident education in cataract surgery, *Current Opinion in Ophthalmology* 2011; 22:64–67
 8. Privett B, Greenlee E, Rogers G, Oetting TA. Construct validity of a surgical simulator as a valid model for capsulorhexis training, *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36(11):1835-8
 9. Mahr MA, Hodge DO. Construct validity of anterior segment anti-tremor and fórceps surgical simulator training modules: attending versus resident surgeon performance, *J Cataract Refract Surg.* 2008; 34(6):980-5.
 10. Mary K. Daly, MD, Efren Gonzalez, MD, Donna Siracuse-Lee, MD, Paul A. Legutko, PhD. Efficacy of surgical simulator training versus traditional wet-lab training on operating room performance of ophthalmology residents during the capsulorhexis in cataract surger, *Cataract Refract Surg* 2013; 39:1734–1741
 11. Chee Kiang Lam, Kenneth Sundaraj, Mohd Nazri Sulaiman, Fazilawati A. Qamarruddin. Virtual phacoemulsification surgical simulation using visual guidance and performance parameters as a feasible proficiency assessment tool, *BMC Ophthalmology* 2016; 16:88