

Criterios actuales para la curva de aprendizaje de la facoemulsificación de los residentes

Current Criteria for the Phacoemulsification Learning Curve for Residents

Juan Raúl Hernández Silva^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-6991-3567>

Meisy Ramos López¹ <https://orcid.org/0000-0003-3694-0654>

Laura Gonzales Ramos¹ <https://orcid.org/0009-0004-7449-8339>

¹Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer, Centro de posgrado. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: jrhs@infomed.sld.cu

RESUMEN

Objetivo: Caracterizar las etapas de la curva de aprendizaje, a partir de las percepciones de instructores y residentes en el Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer en 2025.

Métodos: Se realizó una entrevista anónima a profesores, con rol de instructores y residentes de oftalmología de segundo y tercer año de un mismo programa formativo, con el enfoque en la comprensión de experiencias y percepciones. La recolección de datos se hizo en un solo día. El diseño consistió en un estudio cualitativo de corte transversal.

Resultados: La curva de aprendizaje durante la residencia sigue un patrón definido, donde las paracentesis y el implante del lente intraocular son percibidos como pasos fáciles, mientras que la capsulorrexis y las maniobras nucleares de fractura y emulsificación se identifican como los pasos más difíciles. Esta dificultad práctica contrasta con un buen conocimiento teórico del instrumental y la técnica, aunque existe una clara insuficiencia en el dominio de la facodinamia y en la capacidad para resolver complicaciones. Finalmente, el aprendizaje se ve severamente limitado por barreras logísticas.

Conclusiones: Para optimizar la curva de aprendizaje de la facoemulsificación, el factor determinante para el éxito reside en la capacidad de la institución para proporcionar un entorno de formación constante, supervisado y con los recursos adecuados.

Palabras clave: facoemulsificación; curva de aprendizaje; residentes.

ABSTRACT

Objective: Characterize the stages of the learning curve, based on the perceptions of instructors and residents at the Ramón Pando Ferrer Cuban Institute of Ophthalmology in 2025.

Methods: An anonymous interview was conducted with professors, instructors, and second- and third-year ophthalmology residents from the same training program. The focus was on understanding their experiences and perceptions. Data collection took place in a single day, and the study design was a cross-sectional qualitative study.

Results: The learning curve during residency follows a defined pattern, where paracentesis and intraocular lens implantation are perceived as easy steps, while capsulorhexis and nuclear fracture and emulsification maneuvers are identified as the most difficult. This practical difficulty contrasts with a good theoretical knowledge of the instruments and technique, although there is a clear deficiency in phacodynamics and in the ability to resolve complications. Finally, learning is severely limited by logistical barriers.

Conclusions: To optimize the phacoemulsification learning curve, the determining factor for success lies in the institution's ability to provide a consistent, supervised, and adequately resourced training environment.

Keywords: phacoemulsification; learning curve; residents training.

Recibido: 07/11/2025

Aceptado: 20/11/2025

Introducción

El aumento de la expectativa de vida en Cuba y otros países se ha convertido en un reto para los sistemas salud, ya que en el grupo de pacientes de la tercera edad aparecen enfermedades discapacitantes como las relacionadas con el órgano de la visión, cuyas repercusiones funcionales y psicológicas son frecuentes.

En 2010, el 82 % de las personas ciegas y el 65 % de las personas con ceguera moderada o grave eran mayores de 50 años. El objetivo de atención en salud visual está orientando a eliminar las causas de discapacidad visual y mejorar la calidad de vida de estos pacientes.⁽¹⁾

La cirugía de cataratas es la cirugía oftalmológica más comúnmente realizada. La facoemulsificación resulta la técnica quirúrgica de referencia para la cirugía de cristalino, que destaca por su mínimo impacto en la anatomía ocular y por permitir una recuperación visual rápida del paciente. El dominio de esta técnica, conocido como “curva de aprendizaje”, representa un desafío significativo para los residentes de oftalmología.^(2,3,4)

Esta curva de aprendizaje requiere extrema precisión y meticulosidad, y tiene baja tolerancia al error, sobre todo en la técnica de facoemulsificación, que presenta un período de aprendizaje complejo y crítico, donde los errores pueden tener consecuencias significativas en el resultado visual final del paciente. Existe una brecha entre la teoría y la habilidad quirúrgica adquirida, la cual no está completamente cuantificada en sus etapas cualitativas iniciales.^(2,3)

El objetivo principal a la hora de aprender a operar y realizar una cirugía de catarata es realizar una curva de aprendizaje lo más rápido posible y reducir al máximo las complicaciones. Tiene un papel fundamental en la actualidad la práctica del procedimiento quirúrgico en el laboratorio experimental de formación quirúrgica.^(2,3,4,5)

El laboratorio experimental de formación quirúrgica les permite a los residentes practicar sin riesgos con ojos de cerdo o biónicos para desarrollar habilidades quirúrgicas y reducir errores al momento de realizar sus primeras cirugías. Al contar con pocos recursos como un microscopio de mesa y un instrumental básico para la técnica quirúrgica a entrenar, se puede desarrollar de manera completa y practicar cada uno de los pasos de manera individual.^(5,6)

Si bien se pueden encontrar publicados distintos trabajos sobre la práctica de la facoemulsificación en ojos de cerdo desde fines del siglo pasado, los resultados son muy variables, lo cual hace que esté poco estandarizado y se cuestione su utilidad.⁽⁴⁾

Hoy en día también existen simuladores de cirugía que han demostrado utilidad a la hora de aprender ciertas habilidades para operar una catarata, aunque el precio elevado hace que sea poco accesible, sobre todo en países poco desarrollados o centros que no tienen un programa de residencia que los contemple.^(7,8,9)

Estos simuladores, que generalmente se encuentran en centros de formación de residentes y especialistas, van guiando paso a paso la curva de aprendizaje de la cirugía, y dan puntuaciones según se vaya venciendo. Los profesores pueden incidir o dirigir la formación quirúrgica a un propósito determinado.^(8,9,10)

Por lo anterior y la importancia docente del tema en cuestión, es necesario comprender, desde la perspectiva de los actores principales, residentes y profesores, los pasos específicos que representan un desafío y cómo se superan. Esto permitirá optimizar los programas de entrenamiento de la residencia, para reducir complicaciones y mejorar la seguridad del paciente.^(8,9) El principal objetivo de esta investigación fue caracterizar las etapas de la curva de aprendizaje, a partir de las percepciones de instructores y residentes en el Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer en 2025.

Métodos

Se realizó un estudio cualitativo de corte transversal en el Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer en septiembre de 2025, en un solo momento, con el objetivo de valorar la dificultad subjetiva de la curva de aprendizaje según residentes y especialistas, e identificar los factores que la favorecen y la entorpecen.

Tuvo un enfoque en la comprensión profunda de experiencias y percepciones, y la recolección de datos en un solo día, diseño más apropiado por tratarse de un estudio cualitativo de corte transversal. Los datos recogidos en las entrevistas permitieron generar teorías sobre el tema.

La población objeto de estudio fueron los cirujanos oftalmólogos con rol de instructores (profesores) y residentes de oftalmología del mismo programa formativo de la especialidad con carácter nacional, aprobado por la Universidad de Ciencias Médicas de La Habana. Se realizó un muestreo intencional por criterios y se incluyeron profesores (instructores) con más de diez años de experiencia docente, así como residentes de segundo y tercer años de formación.

La técnica de recolección de datos se realizó con entrevistas semiestructuradas individuales, lo que permitió profundizar en las experiencias personales y mantener un hilo conductor. El día de la entrevista se obtuvo el consentimiento informado de los profesores y residentes en el teatro del Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer, en un régimen tranquilo, sin interrupciones para las entrevistas.

Las entrevistas se realizaron de forma de encuesta escrita individual en un tiempo de 30 a 45 minutos. Se empleó un cuestionario anónimo dirigido a 24 residentes de oftalmología de segundo, 23 de tercer año y a 21 especialistas docentes del instituto, que participaban en la formación quirúrgica.

El cuestionario indagó, según los siguientes pasos quirúrgicos de la técnica de facoemulsificación, si la consideraron: Muy fácil, Fácil, Normal, Difícil y Muy difícil.

Los pasos quirúrgicos fueron los siguientes:

- Colocación y retiro del blefaróstato
- Realización de la/s paracentesis
- Realización de la incisión principal en 2 o 3 planos
- Instilación de anestesia intracameral
- Formación de cámara anterior con viscoelástico
- Realización de la capsulorrexis
- Hidrodissección e hidrodelaminación
- Rotación del núcleo
- Fractura del núcleo
- Emulsificación de los restos nucleares
- Aspiración de los restos corticales
- Inyección del LIO (lente intraocular) en saco capsular
- Rotación del LIO en el saco capsular
- Aspiración de viscoelástico
- Hidratación de la incisión principal y paracentesis

Adicionalmente, se preguntó con respuesta afirmativa o negativa si:

- ¿Conoce el instrumental que se utiliza en la facoemulsificación?
- ¿Conoce la técnica quirúrgica de facoemulsificación que utiliza?
- ¿Conoce los principios de la facodinamia?
- ¿Puede resolver complicaciones menores derivadas de la facoemulsificación? (colapso de cámara anterior, hernia de iris, quemadura de las incisiones corneales, descentramiento del LIO, cierre imperfecto de las incisiones)
- ¿Qué motivos usted considera han dificultado su curva de aprendizaje?

El análisis de los datos recolectados en las entrevistas se realizó luego y se planificó de forma metodológica; asimismo, se transcribieron literal y verazmente todas las entrevistas, y se codificaron mediante el *software* Excel.

Se realizaron tablas donde se contrastaron los hallazgos de las entrevistas de los residentes con las de profesores para validar y enriquecer las categorías, e identificar en el eje horizontal los pasos quirúrgicos y en el eje vertical el nivel de competencia.

Se respetaron los principios de la ética en investigación. Se mantuvo la confidencialidad de los integrantes del estudio, cuya participación fue voluntaria.

Resultados

En relación con la colocación y el retiro del blefaróstato, los residentes y profesores lo consideraron muy fácil.

La realización de las paracentesis, la instilación de anestesia intracameral y la formación de cámara anterior con viscoelástico, fueron considerados como fáciles por ambos consultados.

La incisión principal la expresaron con una dificultad normal, aunque es importante tener en cuenta realizar la incisión en tres planos y evitar empujar el cuchillete de 2,8 mm, para evitar daños de estructuras cercanas como la córnea.

La realización de la capsulorrexis fue considerada como difícil por ambos grupos.

En relación con la hidrodissección e hidrodelaminación, los residentes las identificaron como normales y los profesores entendieron que les era difícil a los entrenados.

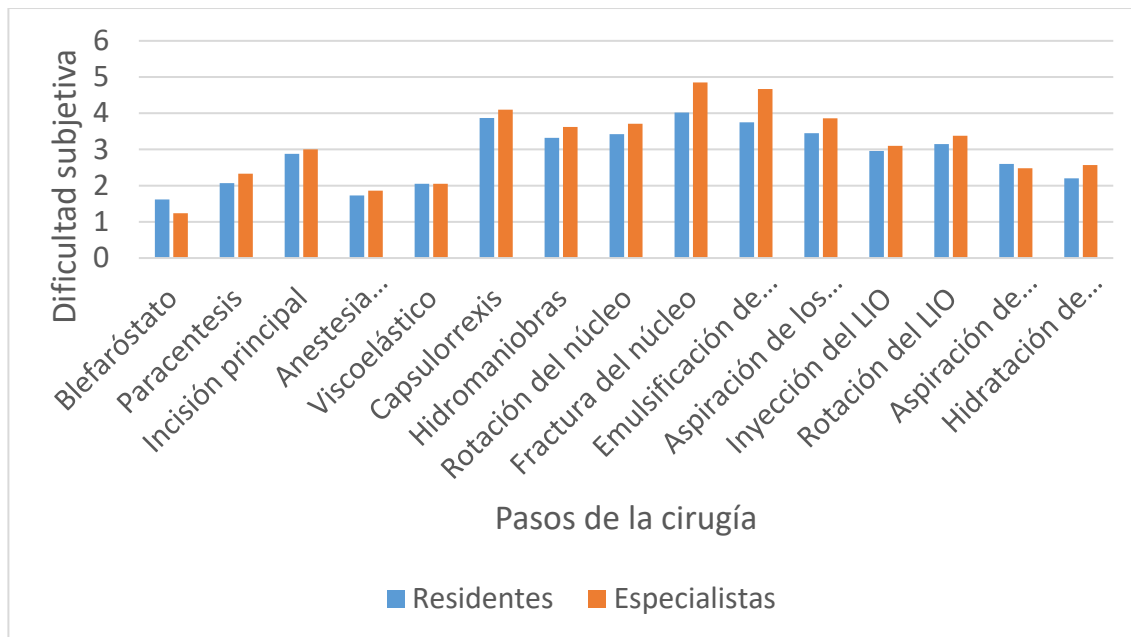
La rotación del núcleo cristalino y la aspiración de restos corticales tuvieron una consideración normal por los residentes. Asimismo, los especialistas estimaron que les era difícil a los residentes completar el paso quirúrgico.

De la fractura del núcleo del cristalino y la emulsificación de restos nucleares, los residentes expresaron que resultaba un paso difícil a vencer y sus profesores consideraron que les era muy difícil completar el procedimiento.

En cuanto al implante y la rotación del LIO en el saco capsular, tanto los residentes como sus profesores los consideraron normales.

Los residentes opinaron sobre la aspiración del viscoelástico que resultaba un paso con una dificultad normal y sus profesores lo consideraron fácil.

Sobre la hidratación de las paracentesis y la incisión principal, los residentes las consideraron un paso fácil y los especialistas normal (fig. 1).



Fuente: Entrevista a residentes y profesores.

Fig. 1 - Comparación entre los criterios de residentes y profesores, según grado de dificultad en cada paso de la facoemulsificación.

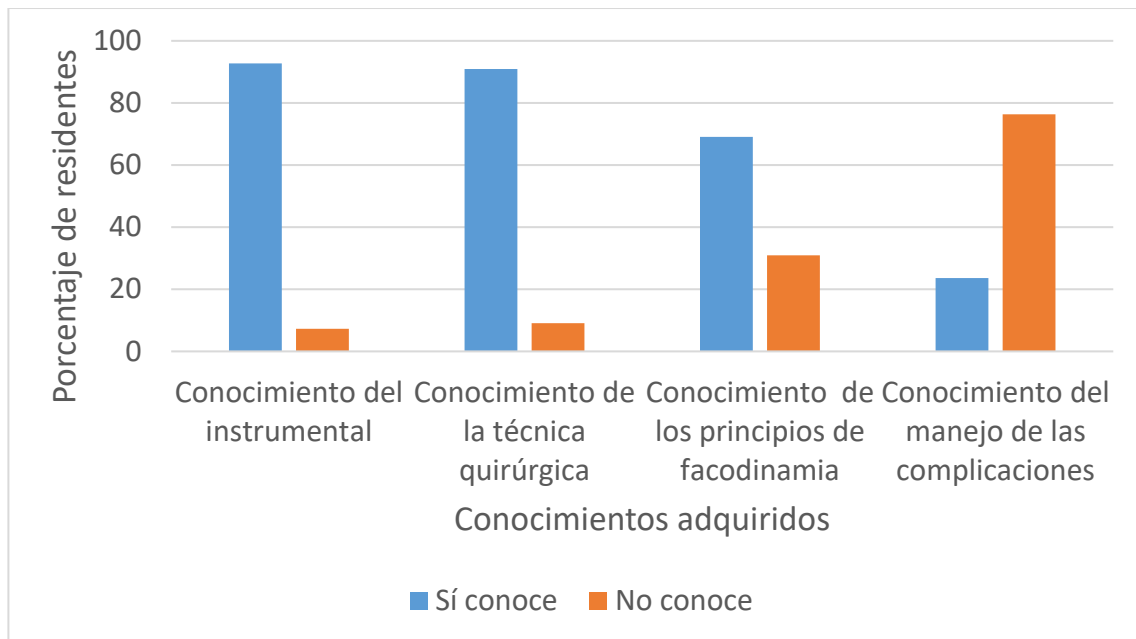
El resultado de las preguntas a los residentes en relación con el conocimiento del instrumental quirúrgico utilizado en la técnica de la facoemulsificación fue que el 92,73 % lo conocían.

La técnica quirúrgica de facoemulsificación utilizada la conocía el 90,91 % de ellos.

Los principios de la facodinamia empleados durante la cirugía los dominaban el 69,09 %.

El 76,36 % de los residentes consideraron que no podían resolver complicaciones derivadas de la técnica quirúrgica.

Al preguntar los motivos que dificultaban el aprendizaje de la facoemulsificación en su centro de formación, según manifestaron los residentes, el 56,36 % no tubo disponibilidad de turnos quirúrgicos, el 41,82 % refirió afectaciones del salón, el 20 % expresó no tener constancia en el desarrollo de la curva de aprendizaje y déficit de insumos para la cirugía, el 16,36 % no tuvo dificultad para institucionalizar el paciente, el 9,09 % planteó competencia con otros residentes por el alto volumen de formación del centro, y el 3,64 % refirió mal estado del instrumental quirúrgico y los microscopios (fig. 2).



Fuente: Entrevista a residentes y profesores.

Fig. 2 - Comparación entre los criterios de residentes y profesores, según conocimientos adquiridos relacionados con la facoemulsificación.

Discusión

En este trabajo se determinaron las dificultades objetivas en la curva de aprendizaje de la técnica de facoemulsificación en residentes durante su entrenamiento, al analizar cada paso de la cirugía y su dificultad subjetiva, según consideraron residentes y profesores. La técnica de facoemulsificación es la más utilizada de manera segura y reproducible en la cirugía de catarata de modo general en la actualidad.

Las paracentesis, anestesia intracameral, formación de cámara anterior con viscoelástico e hidratación de incisiones fueron considerados de fáciles a normales por profesores y alumnos, lo que concuerda perfectamente con la evidencia. Estos pasos son técnicamente más simples, se pueden practicar en modelos de simulación (ojos de cerdo, simuladores virtuales) y no conllevan un riesgo significativo para las estructuras oculares. Estudios como los de *Taravella* y otros⁽¹⁰⁾ identifican estos pasos como los primeros que los residentes dominan de manera segura.

La capsulorrexia, también conocida como capsulotomía circular continua (CCC), fue considerada difícil por residentes y profesores, y este es uno de los hallazgos más universales en todos los estudios. La CCC se estima como el paso más crítico y

desafiante de la cirugía. Requiere una coordinación bimanual fina, un control preciso de la fuerza y una comprensión profunda de las fuerzas de tensión capsular; además, es una de las principales causas de complicaciones en cirugías de residentes. Su dificultad resulta ampliamente aceptada como la más difícil, inicialmente, a superar en la curva de aprendizaje.

La hidrodissección, rotación del núcleo, fractura y emulsificación de sus fragmentos fueron considerados entre difíciles y muy difíciles por ambos grupos consultados, lo que resulta absolutamente coherente. La facoemulsificación propiamente dicha es la parte con mayor tiempo a vencer en la curva de aprendizaje, incluso algunos profesores consideran ir emulsificando fragmentos paso a paso hasta que el residente tenga seguridad y confianza en su cirugía. La hidrodissección debe ser suave pero efectiva, para evitar un síndrome de expansión de cápsula. La fractura del núcleo en técnicas de fractura previa, como *divide and conquer* o *stop and chop*, requiere una comprensión tridimensional y un manejo del poder ultrasónico que solo se adquiere con la experiencia. Estudios como el de *Randleman* y otros⁽¹¹⁾ y *Cruz* y otros⁽¹²⁾ demuestran que la tasa de complicaciones (como rotura de cápsula posterior y caída de núcleo a vítreo) es significativamente mayor durante estos pasos en las primeras cirugías de un residente.

El implante de LIO y la aspiración de viscoelástico fueron considerados de normales a fáciles por residentes y profesores. Una vez superadas las fracturas y emulsificación de los fragmentos nucleares considerados pasos críticos, los momentos finales son técnicamente menos complejos. El implante del LIO, aunque requiere cuidado, representa un paso más mecánico, pero se necesita colocar el lente dentro del saco capsular para que el paciente tenga el resultado refractivo planificado en la consulta preoperatoria. La aspiración del viscoelástico es un paso de "limpieza" que los residentes suelen dominar rápidamente. La literatura respalda que estos pasos tienen una curva de aprendizaje mucho más corta y se asocian con menos complicaciones.^(11,12)

Al analizar el conocimiento teórico vs. la habilidad práctica, se demostró que un alto porcentaje de residentes conocía el instrumental (92,73 %) y la técnica quirúrgica (90,91 %), pero solo el 69,09 % dominaba los principios de facodinamia, y un abrumador 76,36 % sentía que no podía resolver complicaciones.

Esta discrepancia clásica y esperada demuestra que el conocimiento teórico o saber qué hacer, precede y es más fácil de adquirir que la competencia práctica o saber cómo hacerlo. El dominio de la facodinamia (la relación entre vacío, flujo y potencia ultrasónica) resulta la clave para una cirugía segura y eficiente, al mantener las estructuras intraoculares como la cámara anterior del ojo con un espacio seguro para realizar el procedimiento y su aprendizaje se consolida durante la etapa de formación experiencial. El hecho de que la mayoría no se sienta capaz de resolver complicaciones es consistente con la literatura; la gestión de complicaciones

representa el nivel más alto de la curva de aprendizaje y, generalmente, se adquiere después de dominar la cirugía rutinaria.⁽¹²⁾

Las principales barreras logísticas para el aprendizaje fueron la falta de disponibilidad de turnos (56,36 %), las afectaciones del salón (41,82 %), la falta de constancia en la curva (20 %) y el déficit de insumos (20 %). Estas barreras son, lamentablemente, muy comunes, en especial en sistemas de salud con alta demanda de asistencia sanitaria. La falta de acceso quirúrgico continuo se cita repetidamente como el mayor obstáculo. Una curva de aprendizaje efectiva requiere una exposición quirúrgica frecuente y constante. La interrupción en la práctica por cualquier motivo logístico prolonga significativamente el tiempo necesario para alcanzar la competencia, tal como lo discuten Carricondo y otros.⁽¹³⁾

El estudio concluye que, para optimizar la curva de aprendizaje de la facoemulsificación, hay que considerar que es un proceso escalonado donde la dificultad técnica de pasos clave de la cirugía, como la capsulorrexis, la fragmentación y la emulsificación nuclear marcan el ritmo de progresión del entrenamiento quirúrgico. Sin embargo, el factor determinante para el éxito del residente puede residir menos en su aptitud individual y más en la capacidad de la institución para proporcionar un entorno de formación constante, supervisado y con los recursos adecuados.

Referencias bibliográficas

1. Organización Mundial de la Salud. Salud Ocular Universal: un Plan de acción mundial 2014-2019. España: OMS; 2013 [acceso 18/01/2025]. Disponible en: https://www.who.int/publications/list/universal_eye_health/es/
2. Biswas P, Gogate PM, Maskati QB, Natarajan S, Verma L, Bansal PK. Residency Evaluation and Adherence Design Study III: Ophthalmology residency training in India: Then and now-Improving with time? Indian J. Ophthalmol. 2018;6(1):240-5. DOI: https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_108_17
3. Gupta S, Haripriya A, Ashok S, Ravilla T. Residents Learning Curve for Manual Small-Incision Cataract Surgery at Aravind Eye Hospital, India. Ophthalmology. 2018;25(11):1692-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.04.033>
4. Khanna RC, Kaza S, Palamaner S. Comparative outcomes of manual small incision cataract surgery and phacoemulsification performed by ophthalmology trainees in a tertiary eye care hospital in India: a retrospective cohort design. BMJ open. 2012 [acceso 18/01/2025];2(5). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23059846>

5. Prasad S. Phacoemulsification learning curve: experience of two junior trainee ophthalmologist. Journal of cataract and refractive surgery, 1998;24(1):73-7. DOI: [https://doi.org/110.1016/S0886-3350\(98\)80077-1](https://doi.org/110.1016/S0886-3350(98)80077-1)
6. Corey RP, Olson RJ. Surgical outcomes of cataract extractions performed by residents using phacoemulsification. Journal of cataract and refractive surgery. 1998;24(1):66-72. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(98\)80076-x](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(98)80076-x)
7. Tzamalís A, Lamprogiannis L, Chalvatzis N, Symeonidis C, Dimitrakos S, Tsinopoulos I. Training of Resident Ophthalmologists in Cataract Surgery: A Comparative Study of Two Approaches. J Ophthalmol. 2015;2015:932043. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/932043>
8. Pokroy R, Du E, Alzaga A, Khodadeh S. Impact of simulator training on resident cataract surgery. Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. 2013;251(3):777-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00417-012-2160-z>
9. Casco-Doria DA, Samudio M, Duerksen R. Curva de aprendizaje de residentes para cirugía de cataratas por pequeña incisión (MSICS) en la Fundación Visión, Paraguay. Revista Científica Ciencias de la Salud. 2020;(2):25-34. DOI: <https://doi.org/10.53732/rccsalud/02.02.2020.25>
10. Taravella MJ, Davidson R, Erlanger M, Guiton G, Gregory D. Characterizing the learning curve in phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 2011;37(6):1069-75. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.12.054>
11. Randleman JB, Wolfe JD, Woodward M, Lynn MJ, Cherwek DH, Srivastava SK. The resident surgeon phacoemulsification learning curve. Arch Ophthalmol. 2007;125(9):1215-9. DOI: <https://doi.org/10.1001/archophth.125.9.1215>
12. Cruz OA, Wallace GW, Gay CA, Matoba AY, Koch DD. Visual results and complications of phacoemulsification with intraocular lens implantation performed by ophthalmology residents. Ophthalmology. 1992;99(3):448-52. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(92\)31954-2](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(92)31954-2)
13. Carricondo PC, Fortes AC, Mourão Pde C, Hajnal M, Jose NK. Senior resident phacoemulsification learning curve (corrected from cure). Arq Bras Oftalmol. 2010;73(1):66-9. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0004-27492010000100012>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Juan Raúl Hernández Silva, Meisy Ramos López y Laura Gonzales Ramos.

Análisis formal: Meisy Ramos López y Laura Gonzales Ramos.

Investigación: Juan Raúl Hernández Silva y Meisy Ramos López.

Metodología: Juan Raúl Hernández Silva y Meisy Ramos López.

Administración del proyecto: Juan Raúl Hernández Silva y Meisy Ramos López.

Supervisión: Meisy Ramos López y Laura Gonzales Ramos.

Validación: Meisy Ramos López y Laura Gonzales Ramos.

Redacción-borrador-original: Juan Raúl Hernández Silva.

Redacción-revisión y edición: Meisy Ramos López y Laura Gonzales Ramos.