

Evaluación del uso del simulador quirúrgico de realidad virtual EyeSi por residentes y médicos especialistas en el Consejo Argentino de Oftalmología

Pedro J. Nuova

Servicio de Oftalmología del Sanatorio Modelo, Tucumán, Argentina

Recibido: 1° de junio de 2019.

Aceptado: 10 de julio de 2019.

Correspondencia

Dr. Pedro J. Nuova

25 de Mayo 559

(4000) San Miguel de Tucumán, Argentina

pedronuova@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSN 1851-2658)

2019; 12 (4): 147-159.

Agradecimientos

A las autoridades del Consejo Argentino de Oftalmología en la persona de su presidente Dr. Javier Casiraghi.

A los directores del Curso de Simulación Virtual de Cirugía de Catarata: Dres. Daniel Badoza y Mariana Palavecino.

A la secretaria del área educativa del Consejo Argentino de Oftalmología: Mariana Schiffer.

Resumen

Objetivo: Evaluar la utilidad de simuladores quirúrgicos de realidad virtual de cirugía de catarata en la formación de un médico oftalmólogo.

Métodos: Estudio prospectivo que evaluó mediante un cuestionario a los médicos (residentes y especialistas) que realizaron el “Curso de simulación virtual de cirugía de cataratas” en la sede del Consejo Argentino de Oftalmología utilizando el simulador EyeSi (VRmagic) entre los meses de enero a noviembre de 2018.

Resultados: En total se incluyeron 12 médicos: dos tercios eran especialistas y un tercio, residentes o concurrentes. Previo al comienzo del curso, la mayoría de los cirujanos se sentían muy confiados en los pasos finales de la cirugía de catarata y poco en los pasos iniciales. La mayoría consideró que el uso del simulador mejoró su desempeño en los pasos en los que tenían más dificultad y se sentían con menor confianza (capsulorrexia, facofractura y remoción de cuadrantes), pero sólo una minoría consideró que mejoró su desempeño en casos complejos (uso de dilatadores pupilares y vitrectomía anterior). El 100% de los participantes consideró que la simulación virtual sirvió para acelerar su curva de aprendizaje de los distintos pasos de la cirugía de catarata y disminuir su tasa de complicaciones en un paciente real, mientras que el 91,7% respondió que reducirá su ansiedad durante el acto quirúrgico.

Conclusiones: La utilización de simuladores quirúrgicos de realidad virtual por parte de médicos residentes y especialistas de pocos años de ejercicio profesional pareciera ser beneficiosa para mejorar potencialmente el aprendizaje de los distintos pasos de la cirugía de catarata.

Palabras clave: EyeSi, simulador quirúrgico, realidad virtual, residentes, cirugía de catarata, Consejo Argentino de Oftalmología.

Evaluation of the use of an EyeSi virtual reality surgical simulator for residents and specialists at the Argentinian Ophthalmology Council

Abstract

Objective: To appraise the usefulness of virtual reality surgical simulators for cataract surgery for ophthalmologists in training.

Methods: Prospective study that evaluated physicians (residents and specialists) taking the “Course in virtual simulation of cataract surgery” at the Argentinian Ophthalmology Council using the EyeSi simulator (VRmagic) between January and November 2018 by means of a questionnaire.

Results: A total of 12 physicians were included: two-thirds were specialists and one-third, residents or other unpaid medical practitioners in training. Before initiating the course, most surgeons felt greatly confident about the final steps involved in cataract surgery, while they had little confidence about its initial steps. Most of them considered that the use of the simulator had improved their performance in the steps they believed were the most difficult for them and about which they felt less confident (capsulorhexis, phacofracture and quadrant removal), but only a minority of them reported to have improved their performance in complex cases (use of pupil dilators and anterior vitrectomy). One-hundred percent of participants considered that virtual simulation was useful to accelerate their learning curve for the different steps involved in cataract surgery and to reduce their complication rates in real patients, while 91.7 % answered that the experience would reduce their anxiety during the surgical procedure.

Conclusions: Use of virtual reality surgical simulators by residents and specialists in their early

professional practice seems to be beneficial due to its potential to improve learning of the different steps involved in cataract surgery.

Key words: EyeSi, surgical simulator, virtual reality, residents, cataract surgery, Argentinian Ophthalmology Council.

Avaliação do uso do simulador cirúrgico de realidade virtual EyeSi por residentes e médicos especialistas no Conselho Argentino de Oftalmologia

Resumo

Objetivo: Valorar a utilidade de simuladores cirúrgicos de realidade virtual de cirurgia de catarata na formação de um médico oftalmologista.

Métodos: Estudo prospectivo que avaliou por meio de um questionário aos médicos (residentes e especialistas) que realizaram o “Curso de simulação virtual de cirurgia de cataratas” na sede do Conselho Argentino de Oftalmologia utilizando o *EyeSi simulator* (VRmagic) entre os meses de janeiro a novembro de 2018.

Resultados: Em total se incluíram 12 médicos: dois terços eram especialistas e um terço, residentes ou concorrentes. Prévio ao começo do curso, a maioria dos cirurgiões se sentiam muito confiados nos passos finais da cirurgia de catarata e pouco nos passos iniciais. A maioria considerou que o uso do simulador melhorou seu desempenho nos passos nos que tinham mais dificuldade e se sentiam com menor confiança (capsulorrexe, facofratura e remoção de quadrantes), mas apenas uma minoria considerou que melhorou seu desempenho em casos complexos (uso de dilatadores pupilares e vitrectomia anterior). 100% dos participantes considerou que a simulação virtual ajudou na aceleração da curva de aprendizado dos distintos passos da cirurgia de catarata e diminuir sua taxa de complicações em um paciente real, enquanto que 91,7% respondeu que reduzirá sua ansiedade durante o ato cirúrgico.

Conclusões: A utilização de simuladores cirúrgicos de realidade virtual por parte de médicos residentes e especialistas de poucos anos de exercício profissional parece ser benéfico para melhorar potencialmente a aprendizagem dos distintos passos da cirurgia de catarata.

Palabras clave: EyeSi, simulador quirúrgico, realidad virtual, residentes, cirugía de catarata, Consejo Argentino de Oftalmología.

Introducción

La formación quirúrgica y la adquisición de destrezas en cirugías específicas es cada vez más difícil en las especialidades médicas por la escasez de pacientes dispuestos a ser operados por cirujanos en formación y por los riesgos médico-legales que esta práctica conlleva. El aprendizaje de la cirugía de catarata con técnica de facoemulsificación es una parte muy importante en los programas de residencia en Oftalmología, aunque el número de casos realizados por un residente puede variar entre 50 a 300¹. Las limitaciones al entrenamiento quirúrgico en los programas de residencia en Oftalmología incluyen costos financieros, costos humanos y restricciones de tiempo. Uno de los beneficios mayores de la simulación quirúrgica es que no hay riesgo en dañar a los pacientes².

Está demostrado que la tasa de complicaciones en cirugías es afectada por la experiencia y la destreza del cirujano³⁻⁴. El uso de simuladores quirúrgicos en una residencia ofrece el potencial de mejorar los resultados y disminuir la tasa de complicaciones en las cirugías realizadas por residentes dada su habilidad para desarrollar la coordinación entre las dos manos y los dos pies requerida en la cirugía de extracción de la catarata⁵. Muchos autores propusieron que el uso de los simuladores de realidad virtual sería más exitoso si fueran incorporados en un programa de entrenamiento sistemático⁶. Feudner y colaboradores reportaron una performance superior en el laboratorio húmedo con ojos de cerdo en los residentes que entrenaron con el simulador virtual EyeSi. Esto es muy importante ya que la necesidad de nuevo tejido animal y el tiempo que consume la preparación de los ojos de cerdo limita la posibilidad de realizar pasos quirúrgicos específicos en múltiples oportunidades⁷.

El simulador EyeSi es un equipo de última generación que permite practicar casos simples y complejos, aprender el uso del instrumental quirúrgico y sumar experiencia profesional en un

ambiente que no representa riesgos para la salud de los pacientes⁸⁻⁹. Con respecto de la performance de la cirugía de catarata en un quirófano real, Belyea y colaboradores demostraron que los cirujanos entrenados en el simulador tuvieron tiempos de facoemulsificación más cortos y poderes de ultrasonido más bajos⁵. Pokroy y colaboradores demostraron que el entrenamiento en simuladores quirúrgicos de realidad virtual acorta la curva de aprendizaje en los primeros 50 casos de cirugías de cataratas y notaron que los residentes menos adeptos se benefician más durante el entrenamiento¹⁰; y otro estudio determinó que los puntajes de los módulos del simulador EyeSi utilizado tempranamente en la residencia pueden predecir el rendimiento futuro de un residente en una cirugía real y pueden permitir la identificación de residentes que necesitan entrenamiento suplementario en cirugía de catarata¹¹.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo ha sido evaluar la utilidad del simulador quirúrgico EyeSi de realidad virtual para cirugía de cataratas en la formación de un médico oftalmólogo.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio prospectivo, observacional, descriptivo de corte transversal, entre los meses de enero a noviembre de 2018 donde se incluyeron los médicos que asistieron al Curso de Simulación Virtual de Cirugía de Catarata en la sede del Consejo Argentino de Oftalmología en la ciudad de Buenos Aires, donde se encuentra el simulador quirúrgico de realidad virtual EyeSi (VRmagic, Mannheim, Alemania), que es el simulador más comúnmente usado en cirugía oftálmica.

Parámetros a evaluar

Se realizó una evaluación psicométrica donde el alumno debió responder una encuesta anónima al terminar el curso, diseñada específicamente para este estudio, estructurada con preguntas cerradas con respuestas dicotómicas, politómicas o de opción múltiple (ver Anexo).



Figura 1. Simulador virtual EyeSi.

Características del simulador EyeSi

Su tecnología de punta brinda una experiencia interactiva tridimensional con un grado excepcional de realismo y sin riesgo en pacientes. Tiene un microscopio operatorio virtual que simula imágenes estereoscópicas y sondas manuales que simulan instrumentos virtuales cuando se insertan en un ojo virtual (fig. 1). El monitor muestra los parámetros de la facoemulsificación que el tutor o el practicante puede modificar en cualquier momento, tal y como sucede en una cirugía real (fig. 2). Permite una performance repetida y una medición de los pasos quirúrgicos definidos por el instructor. Su *hardware* y *software* permanentemente graban mediciones que proveen una retroalimentación en cuatro categorías principales: eficiencia del cirujano, logro del objetivo quirúrgico, lesión titular o error del cirujano y educación formativa durante una tarea⁸⁻⁹.

Contenido y modalidad del curso

El curso estuvo formado por seis módulos: dos virtuales (4 horas) y cuatro presenciales (20 horas). La cursada virtual abarcó un módulo de introducción a la catarata y uno de introducción al uso del simulador. Ambos debieron estar finalizados y aprobados al momento de concretarse

la primera sesión de la cursada presencial. Ésta, a su vez, estuvo dividida en diez sesiones de dos horas cada una. El tiempo máximo de cursada presencial fue de tres meses a partir de la fecha de la primera sesión. El alumno tuvo que completar tareas y obtener cantidades determinadas de puntos para avanzar al siguiente nivel de complejidad. Un cirujano capacitado (instructor) supervisó y asesoró al alumno de manera presencial, personalizada y constante.

El **módulo 1** fue teórico: con una introducción a la catarata, desarrollado en línea, obligatorio, de tres horas de duración y previo al uso del simulador. Se dividió en ocho clases: facodinamia, técnicas de faco, complicaciones y casos difíciles, inyección de LIO, capsulorrexis circular continua, incisiones, aspiraciones de masas corticales y viscoelástico e hidrodissección. El módulo se realizó a través de la plataforma virtual del CAO.

El **módulo 2**, de orientación sobre el manejo del simulador, también se cursó en línea, fue obligatorio y se desarrolló previo al uso del simulador. Duró una hora y consistió en una clase orientativa sobre el manejo del equipo de simulación. Se realizó a través de la plataforma VR Magic.

El **módulo 3**, de introducción (CAT-A), abarcó cuatro partes: navegación en cámara anterior, navegación intracapsular, navegación bimanual

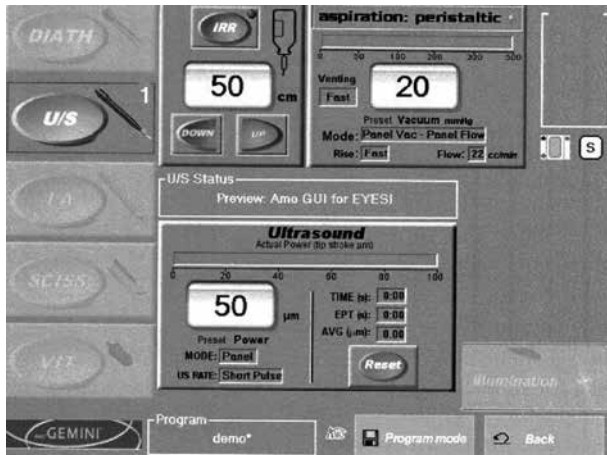


Figura 2. Parámetros de facoemulsificación tomados del monitor del simulador.

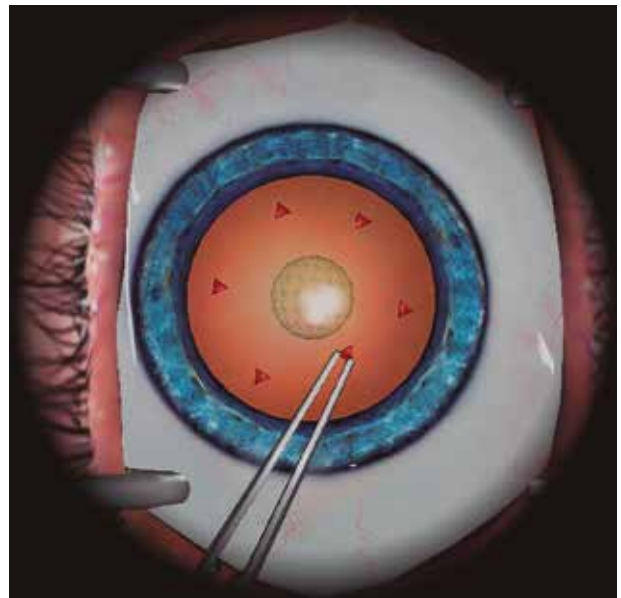


Figura 3. Navegación en cámara anterior.

e instrumentos. Todas las tareas debieron completarse en orden secuencial y requirieron 50 puntos (que se alcanzarían completando la tarea correctamente tres veces seguidas) para avanzar al paso siguiente (fig. 3).

El **módulo 4** —de catarata para principiantes (CAT-B)— abarcó cinco partes: navegación e instrumentos, capsulorrexis, tejido intracapsular, *stop and chop* e inserción de LIO. Todas las tareas debieron completarse en orden secuencial y requirieron 60 puntos (debían completar la tarea correctamente tres veces seguidas) para avanzar al paso siguiente (fig. 4).

El **módulo 5** se denominó *Cataratas intermedio* (CAT-C) y abarcó cuatro partes: capsulorrexis, divide y conquistarás, chopear e irrigación y aspiración. Todas las tareas debieron completarse en orden secuencial y requirieron 70 puntos (que se debían alcanzar completando la tarea correctamente tres veces seguidas) para avanzar al paso siguiente.

El **módulo 6** —*Catarata avanzado* (CAT-D)— abarcó cinco partes: desgarro errático de capsulorrexis, cápsula y zónula débiles, variaciones en capsulorrexis, cataratas blancas y placas capsulares. Todas las tareas debieron completarse en orden secuencial y requirieron 80 puntos (que debieron alcanzarse completando la tarea correc-

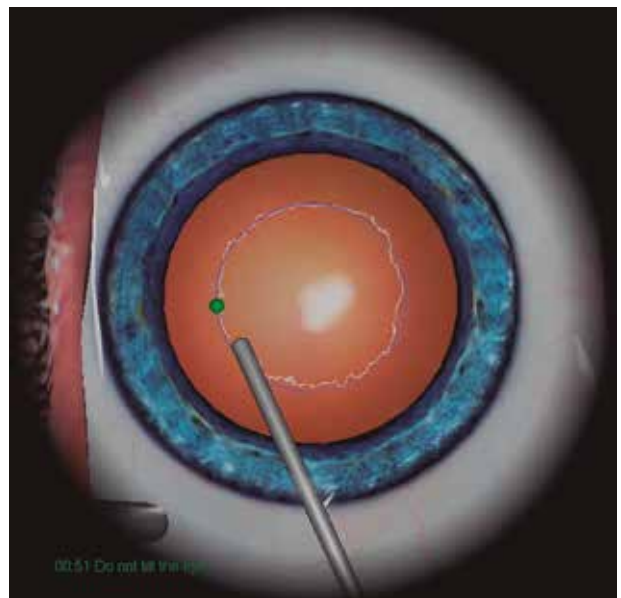


Figura 4. Capsulorrexis.

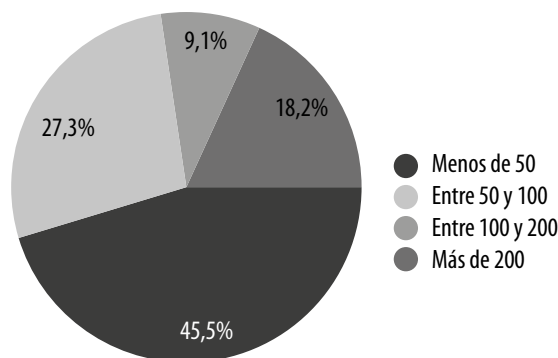


Figura 5. ¿Cuál fue el número aproximado de cirugías que realizó en seres humanos?

tamente tres veces seguidas) para aprobar el módulo.

Evaluación

Cada tarea se calificó y documentó. Así, el alumno pudo conocer al detalle sus puntos fuertes y sus áreas a mejorar. Al finalizar el curso se entregó un informe detallado del desempeño del alumno, con puntaje total y tiempo total de entrenamiento. También el alumno recibió un diploma de aprobación del curso y, con el propósito de evaluar el aprendizaje y la organización del curso, debió responder la encuesta anónima estructurada.

Resultados

En total doce médicos completaron el *Curso de simulación virtual de cirugía de catarata* en la sede del Consejo Argentino de Oftalmología tras aprobar los dos módulos virtuales y los cuatro presenciales, más la respuesta de la encuesta anónima al finalizarlo. El total de las respuestas a la encuesta se encuentra en la tabla del anexo. Igualmente, se describirán más detalladamente a continuación.

La minoría fue de cuatro médicos residentes en formación (33,3%); de ellos, tres eran residentes o

concurrentes de tercer año y un residente o concurrente de segundo año. No hubo residentes o concurrentes de primer año. Los 8 restantes eran médicos especialistas en oftalmología (66,6%); de ellos, cuatro tenían entre 5 a 10 años de profesión; tres, menos de 5 años de profesión y uno, más de 10 años de ejercicio profesional.

La edad de los participantes variaba entre 26 y 48 años, con un promedio de 35,8 años y una mediana de 36,5 años. Había una leve predominancia de varones (siete o 58,3%) sobre mujeres (cinco o 41,7%). Una leve mayoría eran argentinos (siete o 58,3%), de ellos cinco eran del interior del país y dos de la capital argentina. Una leve minoría eran extranjeros (cinco o 41,7%); de ellos, tres eran de Uruguay, uno de Paraguay y uno de Bolivia.

La mayoría de los médicos (once) había realizado cirugías de catarata en seres humanos antes de comenzar este curso (91,7%); pero el residente o concurrente de segundo año (el de menor formación) fue el único entrevistado que no las había hecho. De los once médicos que sí habían realizado cirugías previas en pacientes (fig. 5), aproximadamente la mitad de ellos habían hecho menos de 50 cirugías de catarata en seres humanos, es decir que estaban en el comienzo de la curva de aprendizaje y correspondían a los médicos en formación y a algunos especialistas con menos de 5 años de profesión. La otra mitad eran médicos especialistas con más años de profesión y con más experiencia en cirugías de catarata.

En la figura 6 se observa que los cirujanos respondieron que, previo al inicio del curso de simulación virtual, se sentían muy confiados en los pasos finales de la cirugía de catarata (90,9% en la aspiración del viscoelástico y 72,7% en la inserción de la lente intraocular), moderadamente confiados en la hidrodissección e hidrod laminación (63,6%) y poco confiados en pasos claves e iniciales de la cirugía de catarata (27,3% en la capsulorrexia, 18,2% en la facofractura y 18,2% en la remoción de cuadrantes) que pueden traer complicaciones mayores en el transcurso de los otros movimientos quirúrgicos. Ninguno se sentía confiado en pasos que requieren de más experiencia para resolver casos complejos como el uso de dilatadores papilares o la realización de

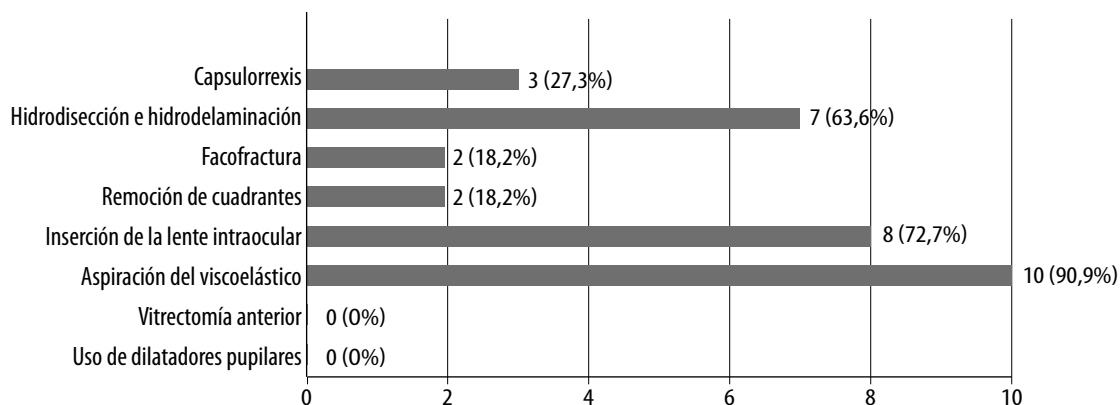


Figura 6. ¿En qué pasos de la cirugía se sintió más confiado previamente al curso? (puede marcar más de una opción).

vitrectomía anterior. Estos niveles de confianza no estaban relacionados con el grado de formación profesional ni con el número de cirugías realizadas previamente.

Los pasos quirúrgicos más difíciles para los encuestados coincidían con aquellos en los que se sentían menos confiados (72,7% en la fractura del cristalino, 54,5% en la capsulorrexis y 36,4% en la remoción de cuadrantes) o en los que no tenían ninguna confianza (vitrectomía anterior o uso de dilatadores pupilares), mientras que los movimientos quirúrgicos más fáciles para los asistentes coincidían con los que sentían más confianza (aspiración de viscoelástico, inserción de la lente intraocular, hidrodissección e hidrodelaaminación). La capsulorrexis fue el más difícil para los médicos en formación (100% de los casos). La facofractura era el más difícil para los médicos especialistas (87,5%), seguido por la vitrectomía anterior y el uso de dilatadores pupilares (50%) (fig. 7).

La mayoría de los encuestados (63,6%) respondió que tuvo un instructor quirúrgico calificado mientras realizaba cirugías de catarata en seres humanos durante su período de formación. La presencia o ausencia del instructor quirúrgico no estaba relacionada con el grado de formación de los cirujanos. Todos los participantes del curso

tenían conocimientos previos en el manejo de la fluídica de la facoemulsificación. También consideraron que el curso virtual le permitió mejorar su desempeño general en los diferentes estadios de una cirugía de catarata en un paciente real.

En la figura 8 se presentan los resultados de la encuesta donde la mayoría de los participantes consideró que pudo mejorar su desempeño donde tenían más dificultad y donde se sentían menos confiados (91,7% mejoraron su desempeño en la capsulorrexis y 66,7% en la facofractura y en la remoción de cuadrantes), mientras que un poco más de un tercio mejoró en los pasos que se sentían más confiados y tenían menos dificultad (41,7% en la hidrodissección e hidrodelaaminación y en la inserción de la lente intraocular y 33,3% en la aspiración de viscoelástico). Solamente una minoría consideró que pudo mejorar su desempeño en los casos que requieren más experiencia para resolver casos complejos (16,7% en el uso de dilatadores pupilares y 8,3% en la vitrectomía anterior). No hubo diferencias significativas entre el grado de formación profesional y la mejoría en pasos específicos de la cirugía de catarata. La mejoría en el desempeño de la capsulorrexis estuvo presente en médicos en formación y en médicos especialistas, excepto en el médico con más experiencia —de más de 10

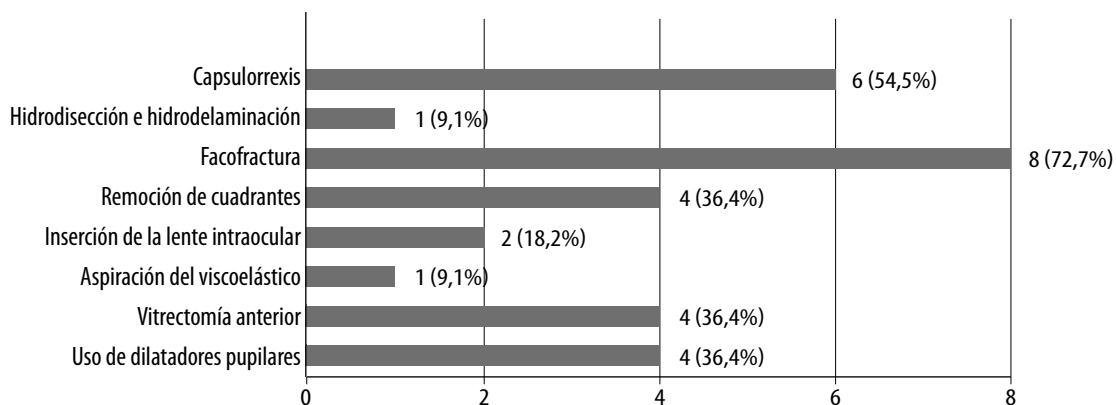


Figura 7. ¿En qué pasos de la cirugía tuvo más dificultad previamente al curso? (puede marcar más de una opción).

años de profesión— que sólo informó una mejora en la hidrodissección e hidrodelaaminación.

Todos los participantes consideraron que el curso de simulación virtual sirvió para acelerar su curva de aprendizaje en la cirugía de catarata en un paciente real. La mayoría de los encuestados (91,7%) respondió que el curso servirá para reducir su ansiedad ante una cirugía real. Esta respuesta no tuvo relación con el grado de formación profesional. Todos consideraron que lo aprendido en el curso virtual servirá para reducir su tasa de complicaciones en su actividad real.

Discusión

La mayoría de los participantes del curso fueron médicos especialistas en oftalmología que tenían hasta 10 años de profesión y ya habían realizado cirugías de catarata en humanos, la mitad de los cuales habían hecho menos de 50 cirugías. Esto demuestra la importancia del uso del simulador para educación médica continua, no sólo en la residencia médica sino también en médicos especialistas durante su ejercicio profesional. También se puede inferir que la metodología tradicional de enseñanza de la cirugía de catarata en la residencia médica oftalmológica

no cubre todas las necesidades ni expectativas para una práctica moderna de la especialidad.

La mayoría de los cirujanos se sentían más confiados y tenían menos dificultades en los pasos finales de la cirugía —que en general son los más fáciles— y se sentían menos confiados y tenían más dificultades en pasos claves de la cirugía como es el manejo del cristalino (capsulorrexis, facofractura y remoción de cuadrantes), que constituyen el núcleo central de la cirugía y que si no se resuelven satisfactoriamente pueden traer más complicaciones en los pasos siguientes. Además no sentían ninguna confianza en movimientos claves para resolver casos complejos o complicaciones quirúrgicas como vitrectomía anterior o uso de dilatadores pupilares. Esto confirma que la enseñanza de esta cirugía en la residencia médica oftalmológica no es completa y que es necesario complementarla con métodos no tradicionales de enseñanza como lo es el uso de simuladores quirúrgicos de realidad virtual. Esta deficiencia también se manifiesta en los médicos especialistas, por lo que es necesario que la práctica con estas máquinas no se limite a la residencia médica sino que pueda ser utilizada también por los especialistas.

Casi dos tercios de los encuestados tuvo un instructor quirúrgico calificado durante su for-

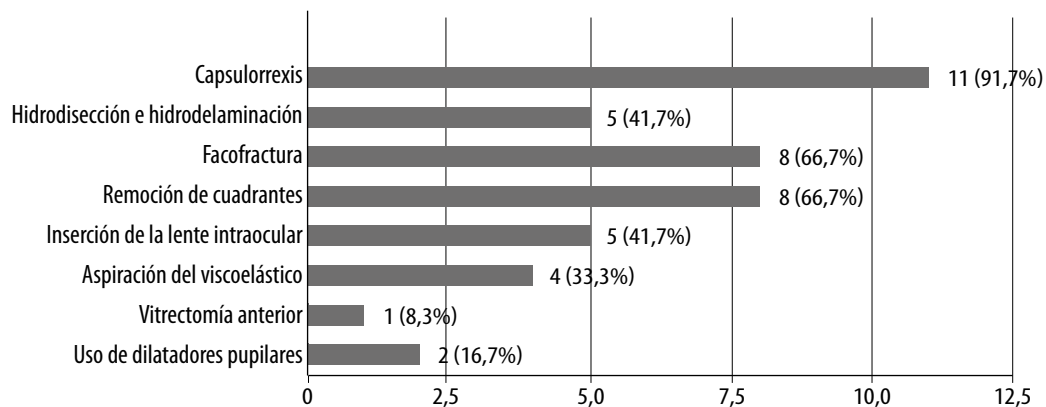


Figura 8. ¿En qué pasos considera que mejoró su desempeño en mayor grado? Marque todas las que corresponda.

mación en la residencia médica, lo cual es muy bueno y necesario, pero también implica que más de un tercio realizó su formación quirúrgica sin la supervisión de un instructor calificado.

Todos los participantes tenían conocimientos previos de la fluídica en la cirugía de catarata, lo cual es muy importante para el manejo de los equipos quirúrgicos y para comprender las situaciones que se presentan en una cirugía normal y en las complicaciones.

Todos respondieron que el curso virtual les permitió mejorar su desempeño general en una cirugía de catarata en un paciente real, lo cual confirma la utilidad del simulador virtual en la formación médica para formar cirujanos más efectivos, eficaces y confiables con el consiguiente beneficio para los pacientes. También se refuerza con la siguiente pregunta, en la que la mayoría respondió que mejoraron su desempeño en los pasos en los que tenían más dificultad y se sentían menos confiados. Esto coincide con un estudio retrospectivo realizado en el Centro Médico de la Universidad de Los Angeles que encontró que el entrenamiento de los residentes con el simulador de realidad virtual redujo 3,2 veces el rango de capsulorrexis errantes en una cirugía real¹².

Las respuestas obtenidas en este curso también coinciden con un trabajo prospectivo mul-

ticéntrico de la Universidad de Copenhague que demostró que los cirujanos novatos y aquellos con hasta 75 cirugías de catarata mejoraron significativamente su rendimiento en un quirófano real (32% y 38% respectivamente) luego del entrenamiento en un simulador virtual, mientras que cirujanos más experimentados no se beneficiaron de este entrenamiento virtual¹³.

Un estudio mexicano demostró que el entrenamiento previo de los diplomados de facoemulsificación del cristalino con el simulador quirúrgico EYESi® redujo el tiempo quirúrgico, la incidencia de prolapso o pérdida de vítreo casi en un 50% y la curva de aprendizaje en las primeras 50 cirugías reales, en comparación con los diplomados que no lo había recibido¹⁴.

No obstante todavía persiste un gran problema en los casos complejos o en las complicaciones quirúrgicas, ya que sólo una minoría consideró que mejoró su desempeño en estos casos (16,7% en el uso de dilatadores pupilares y 8,3% en la vitrectomía anterior). Este problema podría afrontarse dedicándole más tiempo de simulación a estos casos complejos o desdoblado el curso de simulación virtual en un nivel inicial y en un nivel avanzado y permitiendo a los participantes realizar uno u otro.

Tabla 1. *Objective Structured Assessment of Cataract Surgical Skill (OSACCS)*

	Realizado inadecuadamente o mal		Realizado con algunos errores o dudas		Realizado bien sin dudas ni preguntas	Deje en blanco si no se realiza
Incisión y paracentesis: formación y técnica	1	2	3	4	5	
Viscoelástico: uso apropiado e inserción segura	1	2	3	4	5	
Capsulorrexis: formación y circularidad	1	2	3	4	5	
Hidrodissección: onda fluidica visible y rotación libre del núcleo	1	2	3	4	5	
Sonda de facoemulsificación y segundo instrumento: inserción en el ojo	1	2	3	4	5	
Sonda de facoemulsificación y segundo instrumento: uso efectivo y estabilidad dentro del ojo	1	2	3	4	5	
Núcleo: esculpido o chop primario	1	2	3	4	5	
Núcleo: rotación y manipulación	1	2	3	4	5	
Núcleo: cracking o chopping seguro de segmentos nucleares	1	2	3	4	5	
Técnica de irrigación y aspiración con adecuada remoción de corteza	1	2	3	4	5	
Inserción, rotación y posición final de la lente intraocular	1	2	3	4	5	
Cierre de heridas (incluye sutura, hidratación y chequeo de seguridad)	1	2	3	4	5	

Todos los participantes consideraron que el curso de simulación virtual sirvió para acelerar su curva de aprendizaje de la cirugía de catarata y servirá para reducir su tasa de complicaciones, mientras que la mayoría respondió que el curso reducirá su ansiedad ante una cirugía de catarata en un paciente real. Todo esto confirma la utilidad de la simulación virtual en la formación quirúrgica de los médicos especialistas, mejorando los resultados quirúrgicos y beneficiando a los pacientes. Esto coincide con los trabajos encontrados en la bibliografía que dicen que los resi-

dentos que entrenaron con un simulador de realidad virtual tuvieron tiempos de ultrasonido más bajos, menos complicaciones intraoperatorias y una curva de aprendizaje más corta^{5, 9, 12, 14-18}.

Entre las fortalezas del trabajo tenemos el diseño observacional descriptivo de corte transversal que permite estudiar rápidamente y de manera directa la relación entre las variables, es de bajo costo, no tiene problemas éticos al usar un simulador de realidad virtual y es fácilmente reproducible. Otra fortaleza es que abarca toda la población bajo estudio sin necesidad de reali-

zar un muestreo de ella, lo cual implica trabajar con información completa. También es positiva la utilización de un cuestionario estructurado con preguntas cerradas, lo que permite obtener información confiable de manera rápida, directa, a bajo costo y fácil de sistematizar, sin el sesgo del entrevistador.

Entre las debilidades del trabajo tenemos el relativamente pequeño tamaño poblacional, lo cual puede llevar a errores en la confiabilidad y validez de los resultados. Para aumentar el tamaño poblacional deberían vencerse ciertas barreras que dificultan el acceso de los residentes y médicos especialistas al uso del simulador virtual como pueden ser las económicas (reducir el costo del curso o establecer un sistema de becas), geográficas (establecer con anticipación un cronograma de uso del simulador en distintos lugares del país o en diferentes congresos), de información (aumentar la publicidad sobre las ventajas de la simulación virtual en la curva de aprendizaje de una cirugía real y en la disminución de complicaciones) u otras.

El diseño de corte transversal también podría implicar una debilidad en sí mismo, ya que las respuestas a las preguntas de investigación están influenciadas por la subjetividad del entrevistado. Para evaluar objetivamente si el uso de simuladores quirúrgicos de realidad virtual acorta la curva de aprendizaje, reduce el estrés y la ansiedad y disminuye la tasa de complicaciones en cirugías de catarata en pacientes reales debería diseñarse un estudio prospectivo, observacional, analítico y longitudinal con dos cohortes de residentes y especialistas, una que utilice el simulador de realidad virtual y otra que no lo haga, y luego de un período determinado evaluar por más de un observador independiente y enmascarado estos tres aspectos con una herramienta de rendimiento validada con anterioridad por la bibliografía. Un ejemplo de esta herramienta es el Global Rating Assessment of Skills in Intraocular Surgery (GRASIS) que utiliza diferentes aspectos de una cirugía ocular como manejo de instrumentos, desarrollo de la operación, tiempo quirúrgico, tratamiento de las estructuras oculares y otros tejidos, uso de la mano no dominante, rendimiento promedio que se puntúa individual-

mente para obtener un puntaje total y permite comparar un cirujano con otro¹¹.

Otra herramienta que puede utilizarse es el Objective Structured Assessment of Cataract Surgical Skill (OSACSS), que consiste en una escala de índices globales y de ítems de tareas específicas puntuables del 1 (inadecuadamente realizado) al 5 (bien realizado) (tabla 1). Luego se suman todos los puntos y se obtiene un valor total que permite comparar el rendimiento entre un cirujano y otro y entre una cirugía y otra¹⁹.

Con el objetivo de generar evidencia contundente y demostrar que la simulación debe ser parte integral del entrenamiento en oftalmología se creó un programa de colaboración global: el Foro Internacional de Simulación Oftálmica (IFOS, por sus siglas en inglés), que ha propuesto un programa estructurado, secuencial y supervisado, y que postula ofrecer una transferencia de habilidades significativa, sobre todo en las etapas más tempranas del entrenamiento quirúrgico en oftalmología²⁰.

Conclusiones

Según los resultados de este estudio, y en concordancia con la bibliografía existente, la utilización de simuladores quirúrgicos de realidad virtual para la formación de un médico oftalmólogo, sea en la residencia oftalmológica o en los médicos especialistas de pocos años de ejercicio profesional, pareciera ser beneficiosa, lo que puede potencialmente acortar la curva de aprendizaje de los distintos pasos de la cirugía de catarata, indirectamente reducir el estrés y la ansiedad durante el acto quirúrgico, y posiblemente disminuir la tasa de complicaciones en pacientes reales. Estos datos deberán ser confirmados con otro diseño de estudio, como se ha comentado en la discusión.

Referencias

1. Rowden A, Krishna R. Resident cataract surgical training in United States residency programs. *J Cataract Refract Surg* 2002; 28: 2202-5.
2. Khalifa YM, Bogorad D, Gibson V *et al*.

Virtual reality in ophthalmology training. *Surv Ophthalmol* 2006; 51: 259-73.

3. Lundström M, Barry P, Henry Y *et al.* Evidence-based guidelines for cataract surgery: guidelines based on data in the European Registry of Quality Outcomes for Cataract and Refractive Surgery database. *J Cataract Refract Surg* 2012; 38: 1086-93.

4. Johnston RL, Taylor H, Smith R, Sparrow JM. The Cataract National Dataset electronic multicentre audit of 55,567 operations: variation in posterior capsule rupture rates between surgeons. *Eye (Lond)* 2010; 24: 888-93.

5. Belyea D, Brown S, Rajjoub LZ. Influence of surgery simulator training on ophthalmology resident phacoemulsification performance. *J Cataract Refract Surg* 2011; 37: 1756-61.

6. Gallagher AG, Ritter EM, Champion H *et al.* Virtual reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg* 2005; 241: 364-72.

7. Feudner EM, Engel C, Neuhann IM *et al.* Virtual reality training improves wet-lab performance of capsulorhexis: results of a randomized, controlled study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2009; 247: 955-63.

8. *EYESi ophthalmic surgery simulator user guide*. Mannheim, Germany: VRmagic, 2006: 58-59.

9. Serna Ojeda JC, Graue Hernández EO, Guzmán Salas PJ, Rodríguez Loaiza JL. La simulación en la enseñanza de la oftalmología. *Gac Med Mex* 2017; 153:111-5.

10. Pokroy R, Du E, Alzaga A *et al.* Impact of simulator training on resident cataract surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2013; 251: 777-81.

11. Roohipoor R, Yaseri M *et al.* Early performance on an eye surgery simulator predicts subsequent resident surgical performance. *J Surg Educ* 2017; 74: 1105-15.

12. McCannel CA, Reed DC, Goldman DR. Ophthalmic surgery simulator training improves resident performance of capsulorhexis in the operating room. *Ophthalmology* 2013; 120: 2456-61.

13. Thomsen AS, Bach-Holm D, Kjørbo H *et*

al. Operating room performance improves after proficiency-based virtual reality cataract surgery training. *Ophthalmology* 2017; 124: 524-31.

14. Chin Wong JL, Barojas Weber EE, Ortega Larrocea MIG. Influencia del entrenamiento previo con simulador oftalmoquirúrgico computarizado en el desempeño quirúrgico de los alumnos del diplomado de facoemulsificación del Instituto Nacional de Rehabilitación. *Rev Mex Oftalmol* 2012; 86: 141-7.

15. Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA *et al.* Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg* 2002; 326: 458-64.

16. Rogers GM, Oetting TA, Lee AG *et al.* Impact of a structured surgical curriculum on ophthalmic resident cataract surgery complication rates. *J Cataract Refract Surg* 2009; 35: 1956-60.

17. Serrano Martínez P, Nava García JA, Páez Garza JA, Rodríguez García A. Uso del simulador de microcirugía intraocular EYESI® para desarrollar habilidades y destrezas quirúrgicas. *Avances* 2011; 23: 47-51.

18. Cook DA, Hatala R, Brydges R *et al.* Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011; 306: 978-88.

19. Saleh GM, Gauba V, Mitra A *et al.* Objective structured assessment of cataract surgical skill. *Arch Ophthalmol* 2007; 125: 363-6.

20. Saleh GM, Lamparter J, Sullivan PM *et al.* The international forum of ophthalmic simulation: developing a virtual reality training curriculum for ophthalmology. *Br J Ophthalmol* 2013; 97: 789-92.

Anexos

Encuesta del Curso de simulación virtual de cirugía de catarata

1. ¿Qué grado de formación oftalmológica posee usted?

- a. Residente o concurrente de 1er. año.
- b. Residente o concurrente de 2do. año.
- c. Residente o concurrente de 3er. año.

- d. Jefe de residentes.
 - e. Médico especialista con menos de 5 años de profesión.
 - f. Médico especialista entre 5 y 10 años de profesión.
 - g. Médico especialista con más de 10 años de profesión.
- 2.** ¿Realizó cirugías de cataratas en seres humanos previas a este curso?
- a. Si (continúe con la pregunta 3).
 - b. No (salte a la pregunta 7).
- 3.** Si realizó cirugías de cataratas en humanos, ¿cuál fue el número aproximado?
- a. Menos de 50.
 - b. Entre 50 y 100.
 - c. Entre 100 y 200.
 - d. Más de 200.
- 4.** Si tuvo experiencia previa, ¿en qué pasos de la cirugía se sentía más confiado? (*Puede marcar más de una opción*).
- a. Capsulorrexis.
 - b. Hidrodissección e hidrodelaaminación.
 - c. Facofractura.
 - d. Remoción de cuadrantes.
 - e. Inserción de lente intraocular.
 - f. Aspiración de viscoelástico.
 - g. Vitrectomía anterior.
 - h. Uso de dilatadores pupilares.
- 5.** ¿En qué pasos tenía más dificultad previamente al curso? (*Puede marcar más de una opción*)
- a. Capsulorrexis.
 - b. Hidrodissección e hidrodelaaminación.
 - c. Facofractura.
 - d. Remoción de cuadrantes.
 - e. Inserción de lente intraocular.
 - f. Aspiración de viscoelástico.
 - g. Vitrectomía anterior.
 - h. Uso de dilatadores pupilares.
- 6.** Si realizó cirugías de catarata previamente, ¿siempre tuvo a su lado un instructor quirúrgico calificado (jefe o instructor de residentes, médicos de planta o jefes de servicio o de sección)?
- a. Si
 - b. No
- 7.** ¿Tenía conocimientos previos en el manejo de la fluídica de la facoemulsificación?
- a. Si
 - b. No
- 8.** ¿Considera que el curso le permitió mejorar su desempeño en los distintos pasos de la cirugía de catarata?
- a. Si
 - b. No
- 9.** ¿En qué pasos considera que mejoró su desempeño en mayor grado? (*Marque todas las que correspondan*)
- a. Capsulorrexis.
 - b. Hidrodissección e hidrodelaaminación.
 - c. Facofractura.
 - d. Remoción de cuadrantes.
 - e. Inserción de lente intraocular.
 - f. Aspiración de viscoelástico.
 - g. Vitrectomía anterior.
 - h. Uso de dilatadores pupilares.
- 10.** ¿Considera que el curso sirvió para acelerar su curva de aprendizaje de los diferentes pasos de la cirugía de catarata?
- a. Si
 - b. No
- 11.** ¿Considera que lo aprendido en el curso reducirá su ansiedad en una cirugía de catarata en un paciente real?
- a. Si
 - b. No
- 12.** ¿Considera que lo aprendido en el curso servirá para reducir su tasa de complicaciones en un paciente real?
- a. Si
 - b. No

Tabla. Resultados de la encuesta

N	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	Pregunta 11	Pregunta 12
1	Residente 3er. año	SI	Menos de 50	RC, LIO, visco	Rhexis, hidro, faco	NO	SI	SI	Rhexis, hidro, faco, RC, LIO, visco	SI	SI	SI
2	Especialista > 10 años	SI	Más de 200	Visco	Faco	SI	SI	SI	Hidro	SI	SI	SI
3	Especialista 5 a 10 años	SI	Más de 200	Rhexis, hidro, LIO, visco	Faco	SI	SI	SI	Rhexis, faco, RC	SI	SI	SI
4	Especialista < 5 años	SI	Menos de 50	Visco	Rhexis, faco, LIO	SI	SI	SI	Rhexis, LIO	SI	NO	SI
5	Especialista 5 a 10 años	SI	Menos de 50	Rhexis, hidro, LIO, visco	Faco, vitAnt, DilPup	SI	SI	SI	Rhexis, hidro, faco, RC, LIO, visco	SI	SI	SI
6	Residente 3er. año	SI	Menos de 50	Hidro, faco, LIO, visco	Rhexis, RC	SI	SI	SI	Rhexis, faco, RC, LIO	SI	SI	SI
7	Residente 3er. año	SI	Entre 50 y 100	Hidro, RC, faco, LIO, visco	Rhexis	SI	SI	SI	Rhexis, VitAnt, DilPup	SI	SI	SI
8	Residente 2do. año	NO					SI	SI	Rhexis, faco, RC	SI	SI	SI
9	Especialista 5 a 10	SI	Entre 100 y 200	Hidro, LIO, visco	Faco, RC	NO	SI	SI	Rhexis, faco, RC	SI	SI	SI
10	Especialista < 5	SI	Entre 50 y 100	Rhexis, LIO, visco	Faco, RC, VitAnt, DilPup	NO	SI	SI	Rhexis, hidro, faco, RC	SI	SI	SI
11	Especialista 5 a 10	SI	Menos de 50	Hidro	Rhexis, RC, LIO, visco, VitAnt, DilPup	NO	SI	SI	Rhexis, hidro, faco, RC, LIO, visco, DilPup	SI	SI	SI
12	Especialista < 5	SI	Entre 50 y 100	Hidro, LIO, visco	Rhexis, faco, VitAnt, DilPup	SI	SI	SI	Rhexis, visco	SI	SI	SI

Referencias: N: orden numérico del encuestado. Residente: residente o concurrente. Rhexis: capsulorrhexis. Hidro: hidrodissección e hidrodelaaminación. Facó: facofractura. RC: Remoción de cuadrantes. LIO: Inserción de lente intraocular. Visco: aspiración de viscoelástico. VitAnt: vitrectomía anterior. DilPup: uso de dilatadores pupilares.