

**IMPLEMENTACION DE SIMULADORES QUIRURGICOS EN EL PROGRAMA  
DE RESIDENCIA DE OFTALMOLOGIA DEL HOSPITAL MILITAR CENTRAL  
UNIVERSIDAD NUEVA GRANADA: UNA HERRAMIENTA VALIOSA EN EL  
PROCESO DE ENSEÑANZA – APRENDIZAJE**

**INTRODUCTION OF SURGICAL SIMULATORS IN THE OPHTHALMOLOGY  
RESIDENT TRAINING AT CENTRAL MILITARY HOSPITAL  
NUEVA GRANADA MILITARY UNIVERSITY: A VALUABLE TOOL IN THE  
TEACHING – LEARNING PROCESS**

Dr. Rodrigo Bermúdez Meléndez<sup>1</sup>  
Dra. Angela María Fernández Delgado<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Médico Oftalmólogo. Estudiante de Especialización Docencia Universitaria.  
C.C. 79.159.930 Código 1500911 rodribermel@hotmail.com

<sup>2</sup> Médico Oftalmólogo. Estudiante de Especialización Docencia Universitaria.  
C.C. 51.663.825 Código 1500917 amfernandezd@yahoo.com

## **Resumen**

Los programas de especialización en Oftalmología en Colombia, presentan falencias importantes en su estructura y organización. Uno de los campos a mejorar es la posibilidad de entrenamiento práctico en el área de cirugía ocular, materia en que la implementación de simuladores quirúrgicos como parte del currículum, se hace necesaria para suplir de alguna manera este déficit inquietante tanto para los docentes como para los residentes en formación (médicos en entrenamiento de especialidad). El uso de este avance tecnológico ofrece al residente la oportunidad de tener una práctica análoga a la que realizara en su interacción con la realidad, y es un método de enseñanza y aprendizaje efectivo en el fin de lograr el desarrollo de las habilidades necesarias para este saber hacer. Esta investigación se plantea sobre la base de la bibliografía disponible a nivel mundial.

## **Palabras clave**

*Oftalmología, residencia, práctica quirúrgica, simuladores quirúrgicos, técnica didáctica*

## **Abstract**

Surgical training programs in Ophthalmology are deficient in infrastructure and organization. This is an important issue for both instructors and residents (fellows in training). Practical surgical training in ocular surgery can be partially compensated with the use of surgical simulators during the residence training. This technological advance offers the resident the opportunity of working in an almost real environment. It is an effective teaching and learning resource, useful in developing surgical skills. This research is based on world wide available references.

## **Key words**

*Ophthalmology, residency program, surgical practice, surgical simulators, didactic technique*

## **Introducción**

Dos propósitos llevan a escribir sobre este tema: El primero, la realidad actual en el servicio de Oftalmología del Hospital Militar Central en relación con la oportunidad para realizar cirugías durante el periodo de residencia en la especialidad. Esta practica indispensable en el aprendizaje de este arte, se ha visto cada vez más disminuida por diferentes aspectos. Tal vez el más importante de estos sea la actual legislación sobre el ejercicio de la Medicina y sus especialidades, tema que se ampliará posteriormente. Igualmente existe una limitación en cuanto al desarrollo de las competencias necesarias para ejercer en el área intervencionista de la especialidad. El conocimiento técnico, el saber hacer, es marcadamente deficiente en nuestro medio y preocupa tanto a los docentes como a los alumnos en cuestión .

El segundo propósito, implica la propuesta de implementación de técnicas didácticas modernas, enfocadas hacia el alumno y el aprendizaje personalizado y constructivo. Con base en esto, se introduce el tema de la simulación quirúrgica en oftalmología. Esta nueva técnica cuenta con el implemento del simulador de cirugía virtual , instrumento diseñado para recrear la práctica necesaria en el desarrollo de las habilidades manuales requeridas en las intervenciones oculares. Este instrumento abre puertas para intentar resolver de algún modo el déficit en el entrenamiento quirúrgico y las nuevas estrategias se constituyen en un método de enseñanza efectivo que permiten implementar un abordaje pedagógico novedoso y productivo.

El uso de este nuevo elemento se responde a la necesidad de entregar al alumno herramientas que generen andamiajes y permitan crear sus propios procedimientos para resolver una situación problema. A su vez, con este tipo de ejercicio se genera una experiencia en la que se promueve el que las ideas del estudiante se modifiquen y éste siga aprendiendo de manera continua. Esto se convierte en un proceso dinámico, participativo e interactivo del sujeto, desarrollando la construcción del conocimiento por sí mismo.

Por otra parte, al revisar el modelo de salud imperante en la actualidad, se encuentra que este excluye de responsabilidad legal a los médicos en entrenamiento, y delega toda esta carga en el médico especialista que los supervisa. Igualmente el sistema exige que los pacientes sean tratados únicamente por profesionales graduados y certificados en la especialidad.

Por estos motivos, al Oftalmólogo que tiene a su cargo el cuidado del enfermo, se le delega además, la supervisión de los procedimientos realizados por el residente. Este último, siendo un profesional en formación sin mayor experiencia, puede fácilmente llegar a cometer errores cuyas consecuencias son responsabilidad exclusiva del tutor. Debido a

ésto, es difícil para el médico responsable permitir la intervención de los estudiantes de Oftalmología en el cuidado de un enfermo y llegar a realizar prácticas quirúrgicas.

Estas razones explican por qué a pesar de estar durante tres años de entrenamiento, los residentes no logren desarrollar la habilidad quirúrgica suficiente para ser competitivos cuando salen a ejercer como Oftalmólogos. Es decir, las competencias requeridas, entendidas como las actuaciones integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto, (cirugía ocular), con idoneidad y ética que integran el saber ser, saber hacer y saber conocer, se encuentran seriamente afectadas.

Existe además en nuestro medio la proliferación de un gran número de Facultades de Medicina que ofrecen postgrados en Oftalmología, que no cuentan con una adecuada infraestructura para esta práctica. Actualmente en la Universidad Militar Nueva Granada se presenta una marcada ausencia de recursos para realizar un entrenamiento práctico idóneo para la enseñanza que requiere esta disciplina quirúrgica. Al revisar la casuística de las cirugías de catarata efectuadas por los residentes egresados del programa en los últimos cinco años, se encontró que cada uno había efectuado no más de seis de estos procedimientos durante su periodo de entrenamiento (Registro Quirúrgicos Servicio de Oftalmología, Hospital Militar Central, 2012). Esta cifra es claramente insuficiente para alguien que ha completado su formación, y conlleva a que la experticia alcanzada se encuentre lejos de la deseada.

El panorama general de la situación que preocupa a la Sociedad Colombiana de Oftalmología, ante que rige el ejercicio de la Especialidad en el país y ha motivado en sus directivas la necesidad de liderar una reforma del Curriculum. Esta actividad se encuentra en su desarrollo inicial, apoyada por diferentes entidades internacionales como es el ICO(International Council of Ophthalmology)(Simposio sobre Educación en Oftalmología, XXXV Congreso Nacional de Oftalmología, Cartagena, Colombia Agosto 2012)

## **DESARROLLO**

La historia de la enseñanza médica parece haber transcurrido desde que hay conciencia de la enfermedad y de su posible curación. En sus inicios, eran las madres quienes transmitían algunos conocimientos a sus hijas para tratar problemas de sus nietos, y quizá este fue el primer esbozo de transmisión de la enseñanza médica. Luego fueron los curanderos quienes impusieron una medicina de magia y espíritus para la resolución de las enfermedades (Lyons, 1978). Todo esto pudo haber ocurrido durante el largo periodo prehistórico y solo con la llegada de las civilizaciones y el progreso social, aparece en la historia la enseñanza médica y quirúrgica en Oftalmología. Encontramos a través del tiempo civilizaciones, como la que floreció en el Antiguo Egipto, donde se contaba con unos conocimientos avanzados en muchas

especialidades médicas, incluida la del tratamiento de las enfermedades oculares, para las que se practicaban tratamientos e intervenciones quirúrgicas como lo demuestran los jeroglíficos. La cirugía es tan antigua como la civilización y los métodos de transmitir sus conocimientos continúan estando vigentes. Los primeros testimonios de esta disciplina médica se encuentran en el Antiguo Egipto sobre el año 1.550 A.C. Desde entonces hasta la actualidad, el conocimiento de las técnicas quirúrgicas se transmite mediante el entrenamiento de aprendices supervisados continuamente por un maestro (García Alcolea, 1998). Posterior a este periodo aparece la civilización Griega clásica con sus grandes maestros, observadores cuidadosos de fenómenos naturales y patológicos, quienes llegarían a ser reconocidos como los Padres de la Medicina. Se encuentran también los manuscritos legados por los Persas y otras civilizaciones que contribuyeron con sus aportes en el área de tratamientos médicos. Finalmente se llega a los últimos tres siglos de evolución en las prácticas médicas, donde los avances han sido muy importantes para el desarrollo de este arte. Todos estos saberes recopilados con el tiempo han ido transmitiéndose de generación en generación a través de tutores o maestros.

En los últimos veinte años las técnicas de cirugía han evolucionado vertiginosamente, contando desde el advenimiento del microscopio, la mejoría del material y del instrumental, la posibilidad de realizar implantes intraoculares, las técnicas mínimamente invasivas, hasta el uso de tecnologías de informática y la implantación de entornos virtuales. Los avances que en las últimas décadas se han llevado a cabo en el campo de la Tecnología de la Información y, en concreto en el área de la Informática Gráfica han abierto una nueva dimensión en la docencia, diagnóstico, tratamiento y entrenamiento en medicina. Una de las principales aplicaciones de estos avances es la creación de entornos virtuales que permitan el entrenamiento de cirujanos en determinadas técnicas, ayudados por los llamados simuladores virtuales. (Sánchez Miranda, 2009).

Los avances mencionados han favorecido y potenciado el desarrollo y progreso de la disciplina, y han abierto un espacio importante para el entrenamiento. Los simuladores quirúrgicos constituyen entornos virtuales que permiten la recreación de ambientes de simulación, interactivos en tres dimensiones, donde el alumno tiene las mismas percepciones visuales y táctiles que durante la operación de un paciente real. Permiten practicar los diferentes pasos de una intervención real, a reducir los errores durante el periodo de aprendizaje, que pondrían en peligro la salud y bienestar del paciente.

Esta práctica virtual es un método muy útil en las ciencias médicas, con fines educacionales como evaluativos, pues acelera el proceso de aprendizaje y elimina molestias que se producen en los pacientes y servicios de salud.

Los métodos pedagógicos conllevan secuencias de acciones del profesor, que provocan determinadas acciones y modificaciones en los educandos en función del

logro de los objetivos propuestos. Teniendo en cuenta que este proceso es una vía mediante la cual el profesor conduce a los educandos del desconocimiento al conocimiento en actividad de interrelación estrecha, la actividad programada está destinada a alcanzar los objetivos del curso. Es importante tener presente que no existe un método de enseñanza ideal, ni universal. Es igualmente importante tener en cuenta que su selección y aplicación depende de las condiciones existentes para el aprendizaje, de las exigencias que se planteen y de las especificaciones del contenido. Los métodos utilizados deberán pues estimular la actividad creadora y motivar el desarrollo de intereses cognoscitivos que vinculen la escuela con la vida, cita Ramón Salas (2010). Deben proponerse romper esquemas escolares rígidos y tradicionales y propender hacia las nuevas técnicas didácticas de aprendizaje moderno para la preparación adecuada y la instauración a una sociedad cada vez más competitiva y moderna.

Dentro de estos nuevos tipos de didácticas modernas se incluye la enseñanza problemática o el aprendizaje basado en problemas , ABP, gran estimulador creativo e independiente , esquema en el que se encuentra esta propuesta.

La simulación consiste en situar a un educando en un contexto que imite algún aspecto de la realidad, y en establecer en ese ambiente situaciones problemáticas o reproductivas, similares a las que enfrentará con individuos sanos o enfermos, de forma independiente, durante las diferentes estancias clínicas.

El uso de simulación en los procesos educativos de las ciencias medicas, incluyendo la simulación quirúrgica virtual, es un método de enseñanza-aprendizaje efectivo. Logra en los educandos el desarrollo de un conjunto de habilidades que posibilitan alcanzar superiores prácticas manuales ( Salas, 2010).

Tiene este método virtual el propósito de ofrecer al educando la oportunidad de realizar una práctica análoga a la que realizará en su interacción con la realidad. Dentro de este contexto es necesario que en todo momento se garantice el cumplimiento de los principios bioéticos durante la realización de las diferentes técnicas.

La simulación permite acelerar el proceso de aprendizaje y contribuye a elevar su calidad. Pero este proceso no puede constituir un elemento aislado del acto docente, sino un factor integrador, sistémico y ordenado dentro del mismo.

Esta técnica tiene dos grandes usos educativos: se sitúa tanto dentro y durante el aprender, como en la evaluación de sus competencias. Se utiliza durante la enseñanza para el mejoramiento de técnicas y habilidades, la resolución de problemas y para mejorar facultades psicomotoras. Esta práctica posibilita que los estudiantes se concentren en un determinado objetivo, permitiendo la reproducción de un

procedimiento o técnica. Dentro del proceso de evaluación, permite reconocer el grado de habilidad desarrollada y la capacidad para resolver situaciones problema en los procedimientos practicados.

Para el empleo de los instrumentos virtuales se requieren: Guías orientadoras para estudiantes y profesores, demostración inicial del profesor de lo que se quiere lograr y la comparación con otros medios, ejercitación del alumno en forma independiente y evaluación de los resultados obtenidos.

Este avance presenta ventajas tanto para el alumno como para el profesor:

Para el alumno:

Aprende y obliga a demostrar lo aprendido. Reaccionar como lo haría en la vida real. Acorta períodos de aprendizaje. Durante este ejercicio obtiene datos reales. Se enfrenta a maniobras muy parecidas a lo que hará en su ejercicio profesional. Le permite autoevaluarse y se acortan espacios para aplicar lo aprendido.

Para el profesor:

Permite reproducir la experiencia, concreta con exactitud la tarea que ha de aprender el estudiante, idear ejercicios didácticos y de evaluación que correspondan más estrechamente con las situaciones que un estudiante enfrenta en la realidad. Consolida el que los estudiantes apliquen criterios normalizados. Objetiviza criterios evaluativos. Evitar o al menos reduce al mínimo las molestias a los pacientes. Lleva a desarrollar con el paso del tiempo más problemas para comprobar el rendimiento del estudiante.

La simulación tiene algunas limitaciones. Dentro de las mas importantes están:

Se imita, pero no reproduce exactamente la vida, y a juicio de muchos autores este es su mayor inconveniente. Hay aspectos de la realidad que no se pueden alcanzar, y esto siempre se debe tener en cuenta cuando utilicemos la simulación. Se debe ser muy cuidadosos al predecir o suponer, basándose en las respuestas ante una situación simulada, como se conducirá una persona ante una situación real (Salas, 1995).

No se puede restringir el desarrollo de las habilidades, ni la evaluación del rendimiento de un estudiante unicamente mediante la simulación. En las ciencias de la salud es fundamental instruir y evaluar el desempeño de muchas habilidades profesionales, en y através de la realidad. Es esencial por lo tanto, combinar el empleo de diferentes métodos y recursos.

Existen varios tipos de escenarios y dentro de éstos se encuentran los llamados pacientes estandarizados, los modelos tridimensionales, la reproducción de estímulos visuales y

auditivos, las situaciones simuladas escritas de problemas clínicos, y la simulación asistida por computadoras. La simulación quirúrgica en oftalmología pertenece a los llamados modelos tridimensionales, los cuales son aparatos electrónicos muy sofisticados regidos por ordenadores, que aparentan extraordinariamente bien las características del ojo (Avis, 1999).

Con respecto a estos entornos virtuales tridimensionales en oftalmología se requiere que los objetos y órganos internos del paciente se visualicen de la forma más realista posible, que estos respondan de la forma más realista y en un tiempo real a las interacciones de los usuarios, deformándose a las restricciones existentes en la realidad, y que respondan mediante modificaciones estructurales realistas a acciones típicas quirúrgicas, como cauterizaciones, cortes o suturas.

Mientras que las técnicas de visualización en 3D se encuentran lo suficientemente bien avanzadas para cumplir el primer requisito expuesto anteriormente, los dos últimos han resultado difíciles de alcanzar. Esto es debido a que no existe un sistema de modelado preciso de objetos deformables que permita reproducir de manera adecuada el comportamiento biomecánico de los tejidos en tiempo real. Esta limitación viene establecida por la baja potencia de cálculo que actualmente poseen los ordenadores en comparación con los requerimientos de cálculo que exige la simulación de la deformación de los órganos internos del paciente.

Los avances en esta disciplina son importantes y permanentes. Ya existe una tercera generación de aparatos, la cual incluye la naturaleza geométrica de la anatomía humana, permite la interacción física con las estructuras anatómicas y tiene en cuenta la naturaleza funcional de los órganos. Actualmente la gran mayoría de equipos para este propósito, incluyendo los oftalmológicos, son actualmente de segunda generación.

El principal problema de esta técnica es que no permite una interactividad en tiempo real, en el que se simule el comportamiento biomecánico real de los tejidos. Normalmente, para conseguir interacción en tiempo real se introducen simplificaciones en las ecuaciones que gobiernan la deformación de los tejidos traduciéndose en un comportamiento no realista de los tejidos presentes en el escenario virtual quirúrgico.

El grado de inmersión de un entorno virtual depende en gran medida de la fidelidad con la que éste reproduce la realidad que el usuario conoce. Los elementos más importantes a la hora de desarrollar un entorno virtual inmersivo depende de la aplicación objetivo del mismo. Como ya se ha mencionado con anterioridad, los cirujanos dependen durante su práctica básicamente de dos sentidos: la visión y el tacto. Para un realismo visual, se precisa una frecuencia de refresco de entre 20 Hz y 60 Hz. Por otro lado, dada la mayor resolución en sensación de tacto que poseemos

los seres humanos, estos precisan de una frecuencia de refresco de entre 300 Hz y 1000 Hz para tener una sensación realista en este tipo de realimentaciones.

La secuencia tanto de la interfaz visual como la háptica o táctil, depende del tipo de cirugía que se vaya a simular. En la clásica cirugía abierta, se posee un contacto y visión directa del campo operatorio. Esto significa que la visión ha de ser tridimensional (estereoscópica) y la sensación de tacto incluye parámetros de textura, temperatura y resistencia mecánica. En cambio en las técnicas modernas mínimamente invasivas tanto la visión como la sensación de tacto son proporcionados de forma indirecta. En el caso de la visualización del campo operatorio, ésta se realiza a través de una cámara conectada a un monitor, mientras que la sensación de tacto la obtiene a través de las herramientas especiales utilizadas en este tipo de intervenciones.

El tipo y forma del instrumental que se utiliza depende del tipo de intervención a realizar. Estos, por lo general, permiten empujar, estirar, cortar, coser, desgarrar y cauterizar tejidos. Independientemente de las herramientas utilizadas, uno de los elementos más importantes en cualquier tipo de intervención abierta es el tacto del cirujano. Este sentido permite diferenciar los tejidos basándose en su textura, temperatura y rigidez. En técnica mínimamente invasiva, el sentido del tacto pierde gran parte de su relevancia. Esto se debe a que la interacción con los órganos se lleva a cabo a través de largos y delgados instrumentos, reduciendo las posibles áreas de contacto a un simple conjunto de puntos.

El Instituto de Tecnología de Georgia y su Colegio Médico(2000) se dieron a la tarea de desarrollar un nuevo modelo de simulación quirúrgica aplicado solo al ojo, brindando así una nueva alternativa en el adiestramiento de nuestra especialidad. Esto propició una retroalimentación visual y táctil, mientras el cirujano operaba en un modelo computarizado del ojo en un ambiente virtual. En la práctica, los oftalmólogos operan enfocando a través de un microscopio mientras debajo tienen sus manos con el instrumental apoyados en la cabeza del paciente. El simulador incluye estos elementos, pero en vez de estar directamente frente al ojo real, se interactúa con un ojo virtual usando el instrumental virtual que va estar controlado por un control manual de tres dimensiones y que informa constantemente la posición y orientación a la computadora. Este sistema está diseñado para mantener una adecuada retroalimentación visual y táctil en dependencia con la interacción con el tejido y con la presión que ejerce el instrumental sobre ellos. El simulador incluye opciones de cambio de instrumental, grabar, volver atrás por secciones, cambiar modelos e introducirse al interior ocular para visualizar los componentes anatómicos. También se puede rotar el modelo, cambiar la transparencia, variar el tamaño, ya sea aumentar o disminuir, en fin, ajustar los parámetros visuales a conveniencia.

El EyeSi (desarrollado por VRMagic en Mannheim, Alemania) es un simulador computarizado de cirugía oftalmológica que ofrece un entrenamiento completo y efectivo para el desarrollo de habilidades y destrezas quirúrgicas tanto para la realización de extracción de catarata por facoemulsificación, como para procedimientos de segmento posterior como vitrectomía. (Fig 1)



Figura 1. VR magic's EyeSI

Este equipo computarizado consta de una mesa motorizada ajustable a cualquier altura, una cabeza de paciente simulado y un ojo artificial en el cual se insertan (a través de 8 posibles puertos) instrumentos que simulan los utilizados en procedimientos quirúrgicos oftalmológicos. Tanto el ojo como los instrumentos empleados tienen sensores de movimiento, presión y situación espacial que transmiten la información a una computadora. Dicha computadora crea un escenario virtual que es proyectado en un microscopio, a través del cual el practicante está observando en todo momento el procedimiento que el mismo está realizando. El microscopio simulado cuenta además con un pedal para ajuste del foco y macro y micro enfoque, así como de monitor en el cual el tutor u operador del simulador sigue los pasos de la cirugía virtual que realiza el practicante. (Fig 2)



Figura 2. Tutoría simulación quirúrgica

Tanto el microscopio como el monitor muestran a los practicantes un indicador de la profundidad de campo a la cual se encuentran manipulándose los instrumentos, ello con el fin de reproducir y asemejar, lo más posible a una experiencia real en tres dimensiones.

Además se tiene la capacidad de cambiar el tipo de instrumento, los parámetros de la cirugía, el tipo de ejercicio y el tipo de intervención. En cuanto al tipo de instrumento una vez introducido este al ojo artificial, el practicante determina mediante el manejo del programa computacional del EyeSi, el instrumento que necesita, cánula, fórceps, rotador de catarata o cualquier otro que se utilice como segundo instrumento. Esto es, una misma pieza física puede convertirse en cualquier instrumento virtual que el practicante determine, evitando la necesidad de tener muchos instrumentos físicos para el simulador.

De los tipos de ejercicios que el EyeSi ofrece para el entrenamiento de cirugía de catarata, se encuentran: manejo de instrumentos, uso de fórceps, capsulorrexis, técnica de divide y vencerás y entrenamiento de facoemulsificación. Cada una de estas secciones cuenta con ejercicios iniciales para que el practicante se habitúe al manejo del simulador, para posteriormente pasar a procedimientos más complejos que simulan situaciones reales. Finalmente, ofrece la realización de retos, en los cuales se le exponen al practicante condiciones difíciles tales como complicaciones que el practicante debe resolver. Ejemplos de esto sería una capsulorrexis mal comenzada que el practicante debe corregir y terminar con éxito, o realizar una facoemulsificación de una catarata madura con zonulas débiles y cápsula frágil. Todos los ejercicios cuentan con dos niveles de dificultad: básico, en el cual el practicante debe de obtener un puntaje mínimo de 30 para aprobar y tener derecho a pasar al siguiente ejercicio o nivel, y avanzado, en el cual se ofrecen ejercicios y casos de mayor dificultad o complejidad en los que el practicante debe de tener una calificación aprobatoria mínima de 60 para que pueda acceder a los ejercicios subsecuentes.

Para obtener la calificación de cada ejercicio realizado, el programa computacional del EyeSi evalúa cuatro rubros principales: 1) cumplimiento del objetivo, 2) eficiencia al realizar la tarea, 3) daño a tejidos y estructuras adyacentes y 4) educacional (abarca uso de microscopio e instrumentos y técnica utilizada para realizar las tareas, entre otras). Cada rubro tiene una cantidad de variables, cuyo valor variará dependiendo del tipo de ejercicio que se esté llevando a cabo. En total se evalúan 74 variables, entre las cuales se encuentran: inserción de instrumental a través de los puertos, el estrés de la herida quirúrgica, el manejo de tejidos intraoculares, el tamaño y centrado de la capsulorrexis, entre otras.

En todos los ejercicios, el EyeSi ofrece una retroalimentación al momento de realizar el procedimiento, así como al final del mismo, desglosando cuál fue el desempeño en cada uno de los rubros evaluados por el simulador. Esto ofrece una gran ayuda para el practicante, pues le permite saber cuáles son sus puntos fuertes y débiles en la cirugía, permitiéndole saber en que áreas esforzarse en los siguientes intentos de la actividad.

A partir del análisis de estas competencias el alumno puede evaluar su desempeño y conocer el estado de su saber técnico. Esto permite tener una visión adecuada de la realidad en cuanto a la habilidad técnica desarrollada, y llevará a una retroalimentación que definirá el procedimiento a seguir.

El sistema de enseñanza mediante la simulación tiene una gran importancia ya que permite al residente participar, practicar y repetir una determinada intervención con las complicaciones seleccionadas hasta lograr su correcto aprendizaje, todo sin poner en peligro a pacientes o animales. Lo mismo puede ser aplicado a la experimentación de nuevas técnicas de cirugía e instrumentaciones, y al subsiguiente intercambio de conocimientos entre cirujanos, utilizando el desarrollo de la informática.

Los instructores del Tecnológico de Monterrey (Serrano, 2010), donde se cuenta con esta posibilidad de entrenamiento con Simulador Virtual, han realizado estudios en el área consideran de gran importancia tener este equipo en un centro de oftalmología principalmente si se cuenta con médicos en entrenamiento. Reportan que el EyeSi es una herramienta muy útil para el aprendizaje y práctica de cirugías de catarata. Esto es de gran valor si se tiene en cuenta que de esta manera el paciente no forma totalmente parte de la curva de desarrollo del residente. Además, estos individuos en formación pueden realizar con más confianza sus primeras cirugías en pacientes reales una vez que haya terminado el curso del EyeSi, lo cual a su vez permite la realización de mejores cirugías y mejores resultados en pacientes reales .

La gran evolución que han sufrido los ordenadores en la última década ha permitido la creación de simuladores quirúrgicos de realidad virtual, cada vez más parecidos a la realidad, que mejoran la practica quirúrgica al hacer el entrenamiento consistente, uniforme y focalizado.

## CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las dificultades mencionadas en el ámbito de la educación médica del país en cuanto a la limitación en la práctica quirúrgica, y siendo esta un pilar esencial dentro de la formación de especialistas competentes, se propone una herramienta didáctica para compensar la deficiencia en esta área.

La simulación de cirugía virtual es un método demostrado de enseñanza y de aprendizaje útil en las ciencias médicas. Posibilita este método la realización de una práctica análoga a la que debiese realizar el educando en su interacción con la realidad. Estos simuladores virtuales quirúrgicos, creados para la adquisición de habilidades manuales, son elementos útiles para el aprendizaje de las competencias requeridas para poder implementar una cirugía. El entrenamiento de estas destrezas es más rápido debido a que el residente puede participar, practicar y repetir cuantas veces sea necesario una intervención, con sus complicaciones seleccionadas, hasta su correcto desempeño. El empleo de esta tecnología acelera el proceso de aprendizaje de los estudiantes, y elimina muchas de las molestias que el ejercicio docente ocasiona en los pacientes. La alternancia entre enseñanza tradicional y los nuevos tipos de didácticas modernas, como el aprendizaje basado en problemas que incluye la simulación, estimulan el aprendizaje creativo e independiente. Se debe llegar a identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas de contexto con idoneidad y ética, integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer.

Este elemento también nos permite intervenir en dos procesos educativos: en el del aprendizaje, porque al estar dentro y durante la enseñanza, acelera y eleva el nivel de la misma, y en la evaluación de competencias, debido a que permite reconocer el grado de habilidad desarrollada y la capacidad para resolver situaciones problema. Con esta herramienta innovadora, tanto el saber (saber teórico), como el saber hacer (saber práctico), se perfeccionan. Uno y otro se construyen permanentemente en la medida en que cada nuevo elemento de saber se incorpora a los anteriores, y los estructura o reorganiza (Serrano, 2010)

Actualmente algunos de los médicos en entrenamiento en los diferentes programas de Residencia en Oftalmología de nuestro país han tenido la oportunidad de realizar algunos de los Cursos diseñados para el entrenamiento virtual en Oftalmología. Esta oportunidad se ha podido desarrollar en el Centro de Entrenamiento en Cirugía Virtual de la Sociedad Colombiana de Oftalmología, en donde se cuenta con el Simulador EyeSi. La industria farmacéutica ha asumido inicialmente los costos de este proyecto piloto de mejoramiento de habilidades para la práctica quirúrgica oftalmológica. Los residentes que han accedido a este procedimiento reportan su beneficio y constatan el progreso obtenido en cuanto al

desarrollo de las habilidades requeridas en esta área. Esto nos permite concluir que con esta práctica se promueve el aprendizaje significativo y se logra el desarrollo de las habilidades necesarias para la formación integral que exige la especialidad.

Se propone acogerse a la modificación Curricular en el área liderada por la Sociedad Colombiana de Oftalmología e iniciar los procesos establecidos contando con la práctica virtual dentro de las herramientas de enseñanza. Para lograr este cambio, se cuenta en nuestro país con un Simulador de Cirugía Virtual Eyesi localizado en la sede de la Sociedad de Bogotá, y su uso está abierto para cualquier oftalmólogo o residente interesado en utilizar esta tecnología.

La formación universitaria responsable, debe incluir la posibilidad de adquirir las competencias requeridas por la especialidad, es decir el saber hacer. Ofrecer esta oportunidad a los estudiantes constituye uno de los elementos básicos para mejorar la calidad de la educación, y este es un esfuerzo que debe quedar consignado en el plan de mejoramiento institucional. Tener estas competencias solidamente cimentadas conlleva usar el conocimiento para aplicarlo a la solución de situaciones nuevas e imprevistas, fuera del aula, en contextos diferentes, y lograr desempeñarse de manera eficiente en la vida personal, intelectual, laboral y social.

El interés común converge en promover el mejoramiento general de la formación de nuevos especialistas en Oftalmología con miras a contribuir así al desarrollo del país.

## REFERENCIAS

- Avis, N.J, Briggs, N.M., Kleinermann, F.,Hose, D.R.,Brown, B.H. Edwards, M.H. Anatomical and physiological Models for Surgical Simulation. Proc. Medicine Meets Virtual Reality (MMVR:7). Studies in Health Technology and Informatics. IOS Press Amsterdam, 1999; 62:23-29
- Barrows HS. An overview of the uses of standardized patients for teaching and evaluating clinical skills. En: Anderson MB, Kassebaum MG eds: Proceedings of the AAMM's Consensus Conference on the use of Standardized Patients in Teaching and Evaluation of Clinical Skills. Acad Med 1993; 68 (6): 443-51
- Castellon, 2000;36:327-339.Procedimiento experimental, innovador y establecido. Etica y ciencia en la introducción de la tecnología medica. Gaceta Sanitaria. Barcelona sep/oct 2003; 17(5): 12-23.
- Dawson-Saunders B. Overview of assessment methods: what's new and what's "best". Paper from the Second Conference Workshop. Cambridge University School of Medicine, U.K., January, 1993.
- Delingette, H Toward Realistic Soft-Tissue Modelling in Medical Simulation. Proc IEEE, 1998;86 (3): 512-23.
- EyeSiOphthalmosurgical Simulator User Guide. Mannheim, Germany :VRMagic;2008.
- EyeSiaophthslmodurgicalSimulator for Educators. Mannheim, Germany: VRMagic;2008.(MarcadorDePosición1) (MarcadorDePosición2)
- Garcia-Alcolea, E. Evolución de la enseñanza en cirugía oftalmológica. Historia y Humanidades. Rev Cirugía Exper Oft. La Habana, Cuba. 1998.
- Geiger, B.,Kikinis, R. Simulation of Endoscopy. Proc. Computer Vision and Robotics in Medicine (CVRMed). Berlin, 1995;2:227-81.
- Harden RM. Preparation and presentation of patient management problems (PMPs). ASME Medical Education Booklet No 17 Med Educ 1983; 17: 256
- Hirschberg J. The history of ophthalmology. Bonn: Wayenborg Verlag; 1982; 4-11
- Kane MT. The Assessment of professional competence. Eval Health Prof. 1992; 15 (2)
- Kuhnappel,U. Cacmak, H.K.,Maab,H. Endoscopic Surgery Training Using Virtual Reality and deformable tissue Simulation, Computers and Graphics, 2000;24:671-82.

- Lyons, A.S., Petrucelli, R.J. *Medicine, An Illustrated History*. Abrams, New York, 1978;34 (5): 77- 196.
- Medina M. *Laparoscopic Surgery*. Society of Laparoendoscopic Surgeons, Miami,2000, disponible en [http:// www .sls.org/patientinfo/aboutlap.html](http://www.sls.org/patientinfo/aboutlap.html)
- Montserrat C, Pozza JI.,Meier U, Alcañiz M, Grau V. Sistema de laparoscopia virtual para el entrenamiento de cirujanos. Proc. Congreso Español de Ingeniería Grafica (CEIG:10).
- Salas, R La simulación como método de enseñanza y aprendizaje. Rev. Cubana Educ Med Sup 1995;9(1-2)
- Rossi, Juliana V. Virtual vitreoretinal surgery simulator as a training tool. Arch ophthalmolol. 2004; 24 : 231-6.
- Sánchez Miranda, JE Revista Cubana de Oftalmología.2009:12-17
- Satava, RM Health Care in the Information Age. Medical Virtual Reality. IOS Press and Ohmsa, 1996;12:100-6.
- Sensible Technologies Inc. Disponible en : <http://www.sensible.com>, Woburn;2002.
- Serrano P, Evaluación del desarrollo de habilidades y destrezas quirúrgicas en cirugía de catarata por residentes e instructores, empleando el Simulador de Cirugía EyeSi. Rev Mex Oftal; 2010,84(1): 19-42.
- Simulacion quirurgica. Disponible en :[www.dsic.upv.es/cmonser/Articulos/Simul2003.pdf](http://www.dsic.upv.es/cmonser/Articulos/Simul2003.pdf).
- Stnick AI, Ross LP, Wilson MP: Assessment of clinical competences by the foreign medical graduates examination in the medical sciences. Teach Learn Med 1992;4(3): 150-5.
- Sutnick AI, et al. ECFMG Assessment of clinical competences of Graduate of Foreign Medical Schools. JAMA 1993 ; 270(9): 1041-5
- Virtual Reality Simulation for Intraocular Surgery- Ophthalmology Technology Spotlight-Medcompare. Disponible en:[www.medcompare.com/spotlight.asp.spotlight-98](http://www.medcompare.com/spotlight.asp.spotlight-98).
- Ziegler, R. A Virtual Reality Medical Training System. Proc. Computer Vision and Robotics in Medicine (CVRMed). Springer Berlin, 1995:905:282-6.

